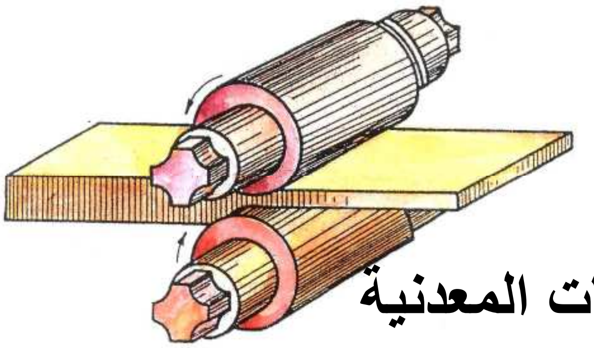
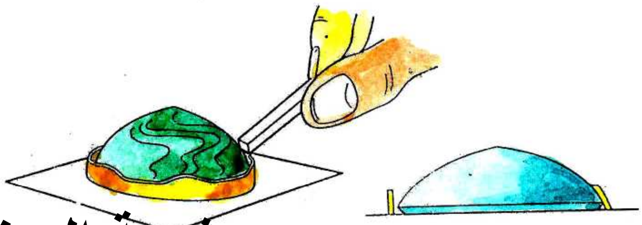
جمهورية مصر العربية
وزارة التربية والتعليم
قطاع التعليم الفنى

عمليات معدنية وتطبيقاتها العملية

الصف الثالث

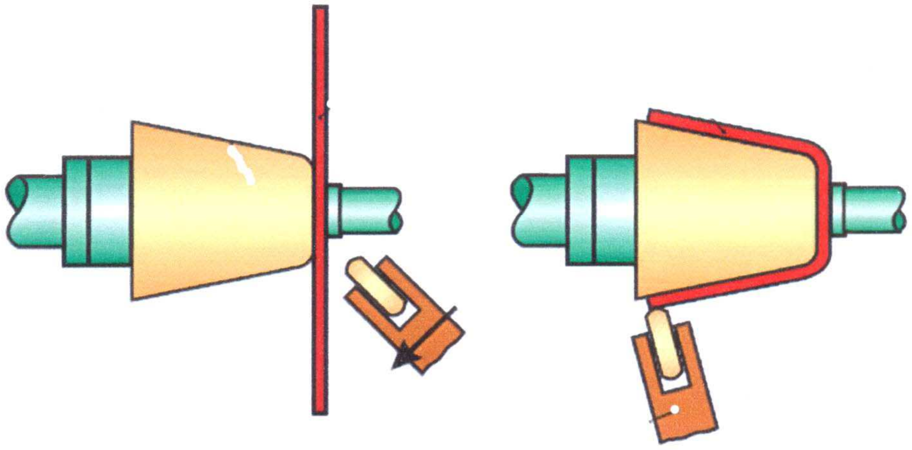
لطلبة المدارس الثانوية الصناعية نظام السنوات الثلاث





شعبة الصناعات المعدنية

تخصص/ تشكيل المعادن والصياغة



جمهـورية مصر العربيـة
وزارة التربيـة والتعليـم
قطاع التعليم الفنى

عمليـات معدنيـــة وتطبيقاتها العمليـة

الصف الثالث
لطلبة المدارس الثانوية الصناعية نظام السنوات الثلاث
شعبة الصناعات المعدنيـة

تخصص/ تشكيل المعادن والصياغة

تأليف

الأستاذ/ أحمد ابراهيم محمد جاد الحق
موجه عام/ بالادارة العامة للتعليم الصناعى [سابقا]

الأستاذ/ مجدى فاروق ابراهيم
موجه/ عملى بادارة باب الشعرية

مراجعـة

أ.د/ محمود عبد النبى محمد
أستاذ مساعد / بكلية الفنون التطبيقية- جامعة حلوان

بسم الله الرحمن الرحيم

وزارة التربيـة والتعليـم
قطاع التعليم الفنـي
الإدارة العامة للتعليم الصناعي

المنـهج الدراسي للمدارس الثانوية الصناعية نظام السنوات الثلاث
شعبة : التخصصات المعدنيـة

الصف / الثالث
المادة / عمليات معدنية وتطبيقاتها العملية

تخصص / تشكيل المعادن والصياغة
عدد الحصص (٢حصة نظرى + ٥حصص عملى إسبوعياً

أهداف المادة :

- **تنمية المهارات لدى الطالب على استخدام الأسلوب الأمثل لتنفيذ المنتجات المعدنية .**
- **القدرة على الأختيار الأمثل للمعدات والتجهيزات لعمليات التشكيل .**
- **إكساب الطالب المعرفة المهارية لتنفيذ منتجات معدنية بأساليب فنية .**

المنهــج

أولاً :- المنهج النظري

الباب الأول :- أساليب التشكيل

١/١- التشكيل بالمكابس .

- **خطوات القطع والتفريغ بواسطة الإسطمبات .**
- **مراحل التشكيل والسحب العميق للمسطحات المعدنية .**
- **السك والختم بالإسطمبات .**

الباب الثاني :- التشكيل بالتدويم (الجمع على المخرطة) .

١/٢- الخطوات التي تتبع عند إجراء عملية الجمع على المخرطة ٠

٢/٢- المعالجة الحرارية (التخمير) للقطعة المعدنية أثناء التشكيل ٠

الباب الثالث :- الدرفلة

١/٣- كيفية إنتاج الألواح من كتل على ماكينات الدرافيل ٠

٢/٣- طرق درفلة الألواح لتقليل السمك ٠

٣/٣- خطوات عملية سحب الأسلاك لتقليل السمك ٠

الباب الرابع :- التشكيل بالبثق:

١/٤- أنواع البثق (بثق مباشر – بثق غير مباشر) ٠

٢/٤- إنتاج المواسير الغير ملحومة بالبثق الغير مباشر ٠

٣/٤- إنتاج القطاعات المعدنية بالبثق المباشر ٠

الباب الخامس :- تشكيل الغائر والبارز

١/٥- خطوات التشكيل للغائر والبارز بأسلوب الريبوسية ٠

٢/٥- المعالجة بواسطة أقلام النقش ٠

٣/٥- المعالجة بواسطة الحفر بالأحماض ٠

٤/٥- التشكيل بواسطة ماكينة البانتوجراف ٠

تابــع

شعبة : التخصصات المعدنية

الصف / الثالث	**تخصص / تشكيل المعادن والصياغة**
المادة / عمليات معدنية وتطبيقاتها العملية	**الحصص (٢حصة نظرى + ٥حصص عملى إسبوعياً**

الباب السادس :- التشكيل بالسباكة

١/٦- السباكة بالرمل (عملية تجهيز القالب – مراحل ختم النموذج) ٠
٢/٦- السباكة بالقالب المجزأ (خطوات إعداد القالب – مراحل السباكة) ٠
٣/٦- السباكة بالشمع المفقود (خطوات تنفيذها بأسلوب الشجرة) ٠
- خطوات إجراء عملية السباكة بالشمع المفقود ٠

الباب السابع :- معالجة الأسطح المعدنية
١/٧- أساليب تطبيق المينا على الأسطح المعدنية ٠
- المينا المحجزة بالسلك (كلوزنية) – المينا بالتفريغ (أجور)
- مينا المطبقة على تشكيل البارز والغائر – المينا المتجاورة (الأميرية) ٠
٢/٧- تلوين الأسطح المعدنية (الأكسدة) ٠

الباب الثامن :- دراسة تحليلية لنظم الترصيع بالأحجار
١/٨- طرق تنفيذ الترصيع بالنظام المغلق ٠
- الترصيع بالشنابر – الترصيع بالشوك العكسية – الترصيع الصندوقي
- الترصيع داخل حواف مائلة – الترصيع داخل قنوات مغلقة (الباجيت)
٠
٢/٨- طرق تنفيذ الترصيع بالنظام المفتوح ٠
- بأسلوب (الترصيع بالمخالب – الترصيع على قواعد الإرتكاز المفتوح
- الترصيع بالإطارات المفرغة – الترصيع بالتحزيز) ٠

الباب التاسع :- الطرق الفنية لقطع وتشكيل الأحجار الكريمة والشبه كريمة
١/٩- مراحل القطع للأحجار ٠
(الفحص – الشق – القطع) ٠

الباب العاشر :- التشكيل بالليزر
١/١٠- مجالات التطبيق في تشكيل أسطح المنتجات المعدنية بالليزر ٠
(اللحام – القطع – الحفر – الثقب – السباكة – النمذجة السريعة بشعاع الليزر) ٠

الباب الحادي عشر :- أساليب التشغيل الحديثة
١/١١- الإزالة الميكانيكية ٠
٢/١١- الإزالة الكيميائية ٠
٣/١١- التشغيل الكهروكيميائى ٠
٤/١١- التشغيل الكهرو حراري ٠
٥/١١- التشغيل بإستخدام الموجات الضوئية ٠

تابــع
شعبة : التخصصات المعدنية

الصف / الثالث — **تخصص / تشكيل المعادن والصياغة**
المادة / عمليات معدنية وتطبيقاتها العملية — **الحصص (٢حصة نظرى + ٥حصص عملى إسبوعياً**

ثانياً : العملي

١- التشكيل بالمكابس :
- التدريب على تشكيل المعادن بالكبس لخامات النحاس و الألومنيوم ٠
- مواصلة التدريب على تشكيل المعادن بالجمع على المخرطة ٠

٢- التدريب على العمليات الأتية :
- تشكيل أجزاء من التمارين المنفذة على ماكينة الدرفيل الأسطواني ٠
- عمل الكرانيش وتقوية الحواف على ماكينة الحلية والكردون ٠
- لف وحنى المواسير في مشغولات نافعة ٠

٣- عمليات الطلاء والأكسدة :
- التدريب على إجراء عملية الطلاء بأنواعها للمعادن المختلفة ٠

٤- المينـــا :
- التعرف على خطوات تطبيق المينا على أسطح المشغولات المعدنية ٠
- تنفيذ عملية المينا في منتجات نافعة ٠

٥- الحفر والنقش ٠
- التدريب على عملية النقش للمنتجات المعدنية
- التدريب على عملية الحفر بالأحماض ٠
- التدريب على عملية الحفر بواسطة ماكينة البانتوجراف ٠

٦- الصياغة:
- التدريب على التشكيل الدقيق للشرائح المعدنية والأسلاك ٠
- تنفيذ أشكال متعددة من أشغال الصياغة وبيوت الفصوص المرصعة ٠

٧- التشطيب :
- التدريب على إجراء عمليات التشطيب لمنتجات المعادن ٠

٨- السباكة:
- التدريب على عملية السباكة بالرمل في نماذج مكملة لتمارين المعادن ٠
- التدريب على عملية السباكة بالشمع المفقود (الشجرة) ٠
- التدريب على عملية التشطيب للمسبوكات المنفذة بإستعمال أقلام الفرايز ٠

المقدمــة

لتحقيق التطور والنهوض بالمنهجية العلمية فى مجال التعليم الفنى كان لابد من إرتباط المناهج الدراسية بتكنولوجيا المؤسسات الصناعية لمسايرة التقدم التكنولوجى .

ومن هذا المنطلق كان لزاماً لتحديث المناهج الدراسية لشعبة التخصصات المعدنية إرتباط المناهج بما يدور فى ساحة المؤسسات الإقتصادية وبما يتماشى مع متطلبات الإنتاج من الإسلوب الأمثل فى إنتاج المنتجات المعدنية .

وهذا الكتاب يحتوى على منهجية متطورة لطلبة الصف الثالث تخصص تشكيل المعادن والصياغة لمادة العمليات وتطبيقاتها العملية ، بحيث تُمكن الطالب من دراسة أساليب الإنتاج وربط الطالب بسوق العمالة لمواكبة التقدم التكنولوجى فى الصناعة .

وإذ نحن نقدم هذا الكتاب نرجو من الله أن نكون قد استطعنا تحقيق الهدف المرجو .

وإننا لنرجو لابنائنا التوفيق والتقدم والله ولى التوفيق .

المؤلفان

الفهرس

الموضوع	صفحة
أولاً :- المنهج النظري	
الباب الأول :- أساليب التشكيل	
- التشكيل بالمكابس .	١١
- خطوات القطع والتفريغ بواسطة الإسطمبات .	١٢
- مراحل التشكيل والسحب العميق للمسطحات المعدنية .	١٥

- السك والختم بالإسطمبات . ١٩
- تدريبات على الباب الأول ٢٣
الباب الثاني :- التشكيل بالتدويم (الجمع على المخرطة) . ٢٧
- الخطوات التي تتبع عند إجراء عملية الجمع على المخرطة ٠ ٢٨
- تسلسل الخطوات التى تتبع عند إجراء عملية الجمع . ٣٤
- المعالجة الحرارية (التخمير) للقطعة المعدنية أثناء التشكيل ٠ ٣٨
- تدريبات على الباب الثانى ٤٤
الباب الثالث :- الدرفلة ٤٦
- كيفية إنتاج الألواح من كتل على ماكينات الدرافيل ٠ ٤٧
- طرق درفلة الألواح لتقليل السمك ٠ ٥٠
- خطوات عملية سحب الأسلاك لتقليل السمك ٠ ٥٧
- تدريبات على الباب الثالث ٦٣
الباب الرابع :- التشكيل بالبثق: ٦٨
- أنواع البثق (بثق مباشر – بثق غير مباشر) ٠ ٦٩
- إنتاج المواسير الغير ملحومة بالبثق الغير مباشر ٠ ٧٣
- إنتاج القطاعات المعدنية بالبثق المباشر ٠ ٧٩
- تدريبات على الباب الرابع ٧٩
الباب الخامس :- تشكيل الغائر والبارز ٨١
- خطوات التشكيل للغائر والبارز بأسلوب الريبوسية ٠ ٨٢
- المعالجة بواسطة أقلام النقش ٠ ٨٤
- المعالجة بواسطة الحفر بالأحماض ٠ ٩٠
- التشكيل بواسطة ماكينة البانتوجراف ٠ ٩٢
- تدريبات على الباب الخامس ٩٥
الباب السادس :- التشكيل بالسباكة ٩٩
- السباكة بالرمل (عملية تجهيز القالب – مراحل ختم النموذج) ٠ ١٠٠
- السباكة بالقالب المجزأ (خطوات إعداد القالب – مراحل السباكة) ٠ ١٠٢
- السباكة بالشمع المفقود (خطوات تنفيذها بأسلوب الشجرة) ٠ ١١١
- خطوات إجراء عملية السباكة بالشمع المفقود ٠ ١١٣
- تدريبات على الباب السادس ١١٩
١٢٠

الفهرس

الموضوع صفحة
الباب السابع :- معالجة الأسطح المعدنية
- أساليب تطبيق المينا على الأسطح المعدنية ٠ ١٢١
- المينا المحجزة بالسلك (كلوزنية) – المينا بالتفريغ (أجور) ١٢٣
- مينا المطبقة على تشكيل البارز والغائر – المينا المتجاورة (الأميرية) ١٢٦
- تلوين الأسطح المعدنية (الأكسدة) ٠ ١٢٧
- تدريبات على الباب السابع ١٣٥
١٤٤

الباب الثامن :- دراسة تحليلية لنظم الترصيع بالأحجار ١٤٥
- طرق تنفيذ الترصيع بالنظام المغلق ٠ ١٤٧
- الترصيع بالشنابر ١٤٩
- الترصيع بالشوك العكسية ١٥٣
- الترصيع الصندوقي ١٥٤
- الترصيع داخل حواف مائلة ١٥٥
- الترصيع داخل قنوات مغلقة (الباجيت) ١٥٦
- طرق تنفيذ الترصيع بالنظام المفتوح ٠ ١٥٨
- بأسلوب (الترصيع بالمخالب ١٥٨
- الترصيع على قواعد الإرتكاز المفتوح ١٦٢
- الترصيع بالإطارات المفرغة – الترصيع بالتحزيز) ٠ ١٦٣
- تدريبات على الباب الثامن ١٦٤
الباب التاسع :- الطرق الفنية لقطع وتشكيل الأحجار الكريمة والشبه كريمة ١٦٥
- مراحل القطع للأحجار ٠ ١٦٨
(الفحص – الشق – القطع) ٠
- تدريبات على الباب التاسع ١٧٠
الباب العاشر :- التشكيل بالليزر ١٧١
- مجالات التطبيق في تشكيل أسطح المنتجات المعدنية بالليزر ٠ ١٧٤
(اللحام – القطع – الحفر – الثقب – السباكة – النمذجة السريعة بشعاع الليزر)
- تدريبات على الباب العاشر ١٧٧
الباب الحادي عشر :- أساليب التشغيل الحديثة ١٧٨
- الإزالة الميكانيكية ٠ ١٨٠
- الإزالة الكيميائية ٠ ١٨٢
- التشغيل الكهروكيميائى ٠ ١٨٣
- التشغيل الكهرو حراري ٠ ١٨٤
- التشغيل بإستخدام الموجات الضوئية ٠ ١٨٤
- تدريبات على الباب الحادى عشر . ١٨٦

الفهرس

الموضوع صفحة
ثانياً : العملي
التطبيقات العملية ١٨٧
التمرين الأول ١٨٨
ستاند مكتب من النحاس الأصفر
التمرين الثانى ١٩١
شمعدان من النحاس الأصفر طراز فرعونى

التمرين الثالث

أباجورة عربى ١٩٥

التمرين الرابع

شمعدان من النحاس ١٩٩

التمرين الخامس

أباجورة ركن عربى ٢٠٣

التمرين السادس

زهرية من النحاس الأصفر ٢٠٨

التمرين السابع

أباجورة مودرن من النحاس الأصفر ٢١٢

التمرين الثامن

أبليك حائط طراز عربى ٢١٦

التمرين التاسع

أباجورة مودرن من النحاس الأصفر ٢٢٠

التمرين العاشر

أبليك حائط من النحاس الأصفر ٢٢٥

التمرين الحادى عشر

صياغة (مجموعة من الخواتم) ٢٢٩

التمرين الثانى عشر

ميداليات وأوسمه ٢٣١

تمارين متنوعة كنماذج للتنفيذ

٢٣٤

البـــــاب الأول

أساليب التشكيل

- التشكيل بالمكابس:
- خطوات القطع والتفريغ بواسطة الإسطمبات .
- مراحل التشكيل والسحب العميق للمسطحات المعدنية.
- السك والختم بالإسطمبات .

١-١ التشكيل بالمكابس

يعتبر الكبس من أهم التقنيات المستخدمة فى تشكيل المعادن، حيث يمتاز بدقة النتائج وقلة التكاليف، وتقوم نظريته على إحداث قوى ضغط على سطح المعدن باستخدام مكابس (ميكانيكية أو هيدروليكية) فى قالب معد لذلك، فيتشكل المعدن بشكل القالب المطابق للمنتج، تسمى قوالب التشكيل بالاسطمبات، وتنقسم القوالب إلى قالب ذو وجه واحد مشكل، وقالب ذو وجهين مشكلين، ويتحدد ذلك تبعاً لشكل وطبيعة المنتج.

وهناك أنواع عديدة من المكابس الآلية التي تحول الطاقة الكهربية الى طاقة حركية (ميكانيكية) .

أنواع المكابس :

١- المكابس ذات المرافق .
٢- المكابس ذات الأعمدة المقلوظة .
٣- المكابس ذات الروافع .

٤- المكابس الهيدروليكية .
٥- المكابس الإكسنتريكية (اللامركزية) .

أجزاء المكابس الرئيسية :

١- جسم الماكينة ويتكون من جوانب ودعامات وهيكل اساس .
٢- الفك العلوي المتحرك (الفك الضاغط) .
٣- الفك السفلى الثابت .
٤- جزئي الإسطمبة وهو القالب والقاعدة وملحقاتها .
٥- وسائل وأجهزة التشغيل .

شكل رقم { ١-١ } يوضح نموذج لمكبس

الصفات الواجب توافرها فى المواد المشكلة بالكبس :-

١. أن تكون لدنة أو يمكن إكسابها خواص اللدونة بالتخمير إذا ما أجهدت أو فقدت قابلية التشكيل عند ارتفاع صلادتها نتيجة اجهادات التشكيل.
٢. أن لا ترتد الخامة عن شكلها بعد زوال مؤثر التشكيل (الضغط).

كما يشترط فى القوالب المستعملة فى التشكيل عدم تأثر متانتها وصلادتها بملامستها للمادة الساخنة أثناء الضغط عليها عند عمليات التشكيل.

الاسطمبات [القوالب] :-

هى وسيلة للتشكيل يتم إعدادها طبقاً للشكل المطلوب تستخدم فىعمليات القطع أو التشكيل وتشكل بالبرادة أو الكشط أو التفريز أوالحفر الآلى [ماكينة البانتوجراف] أوبأدوات الحفر اليدوى. ولأهميتها تخضع لاعتبارات خاصة عند إعدادها ومنها :-
١. أن تصنع من المواد العالية الصلابة أى أن تفوق صلابتها صلابة الخامة المراد تشكيلها والشائع منها ما يشكل من الصلب وفى حالات الأنتاج البسيط تصنع القوالب من البرونز.

٢. يتم تقسية قوالب الصلب بعد التشكيل ً.
٣. يراعى وجود خلوص بين جزئى القوالب ذات الجزأين وذلك لتسهيل خروج المعدن من القالب بعد التشكيل.
٤. أن يحتوى كلاً من جزئى القالب على دلائل لسهولة ضبطها أثناء الانطباق للتشكيل.

وتستخدم الإسطمبات [القوالب] فى تشكيل الأقراص المعدنية الى أشكال على هيئة منتجات معدنية مجوفة منتظمة وغير منتظمة تستخدم فى جميع المجالات الصناعية المختلفة .

<u>وتصنف الإسطمبات طبقاً للعمليات التى تنفذها الى :-</u>

١- إسطمبات مرحلة واحدة [فعل بسيط] .

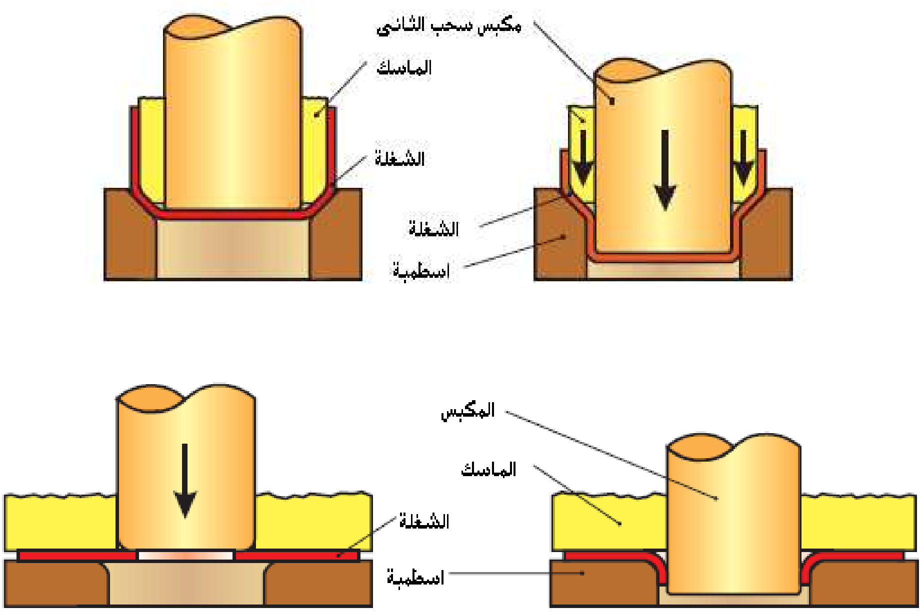
وهى تستخدم لإجراء عملية ما واحدة من عمليات التشكيل

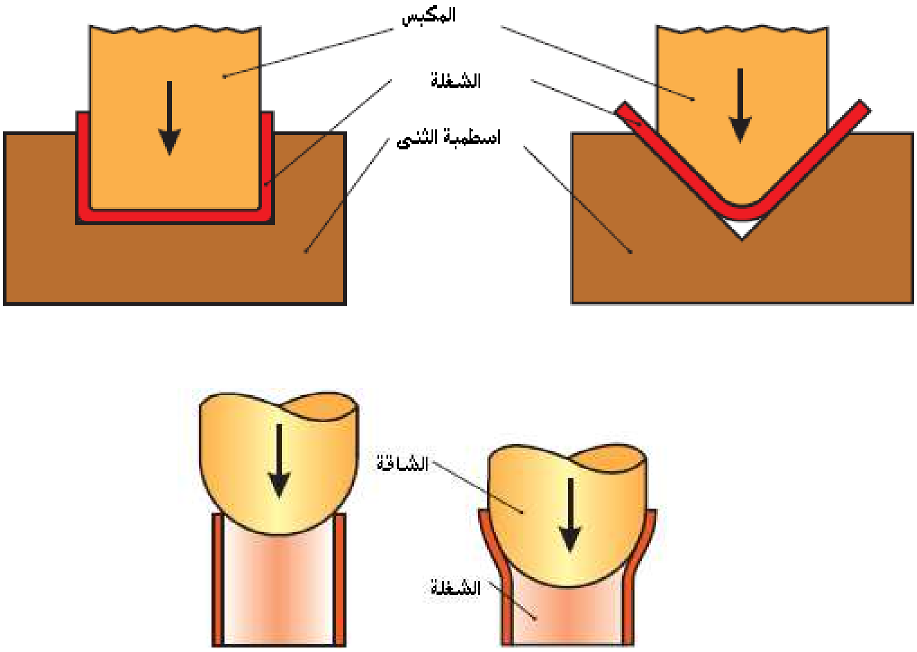
٢- إسطمبات مراحل متعددة [عديدة العمليات].

وهذا النوع مصمم بحيث يقوم بعدة عمليات على التوالي أو فى آن واحد وفى حالة الإسطمبات التي تجرى فيها العمليات على التوالي يتم ذلك بعملية واحدة تلو الأخرى مع إزاحة الكتل الإعدادية على التوالي من سنبك الى لأخر :

مثال لذلك عند إنتاج الورد يتم إنتاج الثقب أولاً وفى حالة الإسطمبات التي تجرى فيها العمليات فى آن واحد فإن عدة عمليات تجرى خلال مشوار واحد للسنبك .

شكل رقم [١-٢] يوضح ذلك .





شكل رقم [١-٢]

خطوات القطع والتفريغ بواسطة الإسطمبات :-

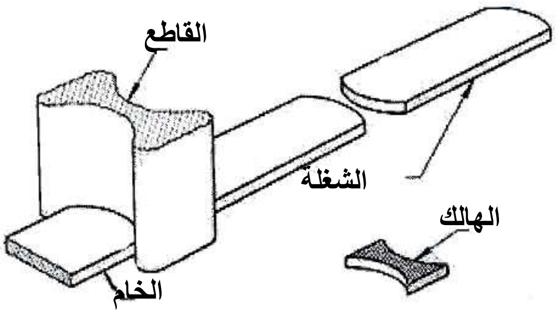
تستخدم إسطمبات القص للحصول على أجزاء مستوية الشكل من الألواح أو من الشرائط أو لفصل جزء من الكتلة الإعدادية عن جزء أخر .

١- يوضع المعدن المراد قصه أو قطعه أو تفريغه بين الدليل لإحكام عملية التشكيل .

٢- يتم تشغيل المكبس فيهبط الضارب حتى يضغط على الشريحة المعدنية ويتم القص بعصر جزيئات الخامة عند تلامس الضارب ويتم إنفصال الجزيئات عند تلامس حواف سطح الضارب لمحيط الحد القاطع للإسطمبة .

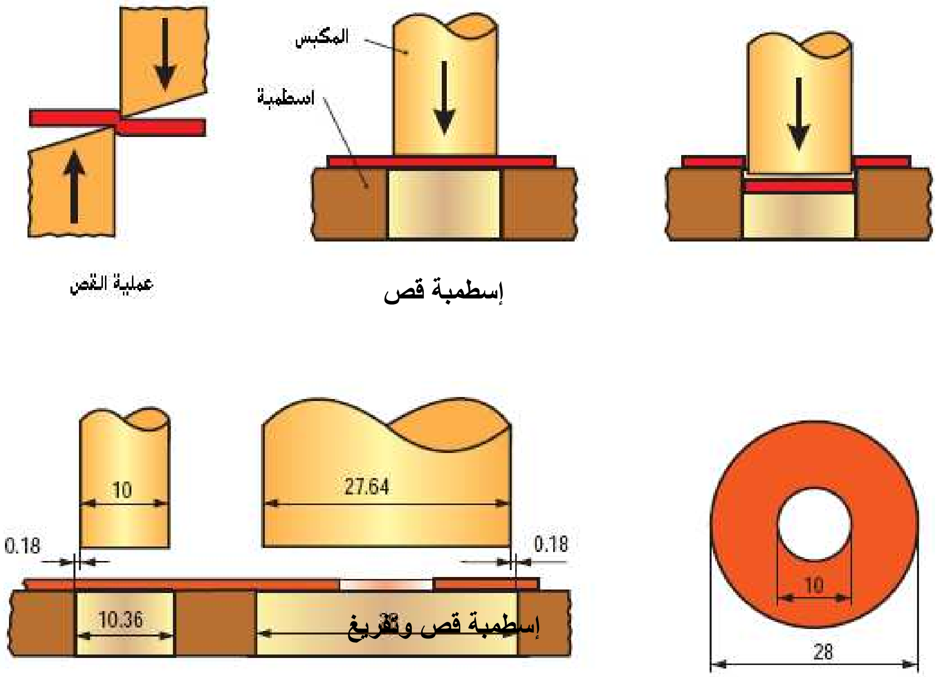
٣- يستخدم فى عملية القص إسطمبة قص خاصة تتركب من الإسطمبة والضارب وجدران الإسطمبة الداخلية تكون بسلبية {٠.٥ – ١ ْ م } لتسهيل سقوط الخام الذى يتم قصه وتجنب رفع المكبس

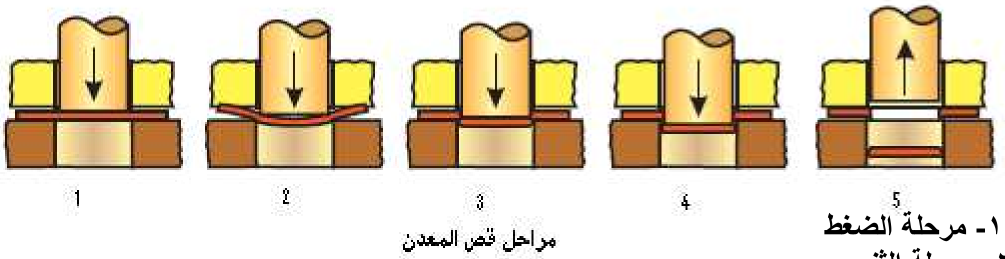
للجزء الذى تم قصه عند حركته الى أعلى – يركب جزء بالإسطمبة يسمى النازع وفائدته نزع قطعة الخامة من على المكبس عند حركته الى أعلى .   شكل رقم { ١- ٣ }



شكل رقم { ١- ٣ } إسطمبة قطع

مراحل القص المختلفة علي الإسطمبات

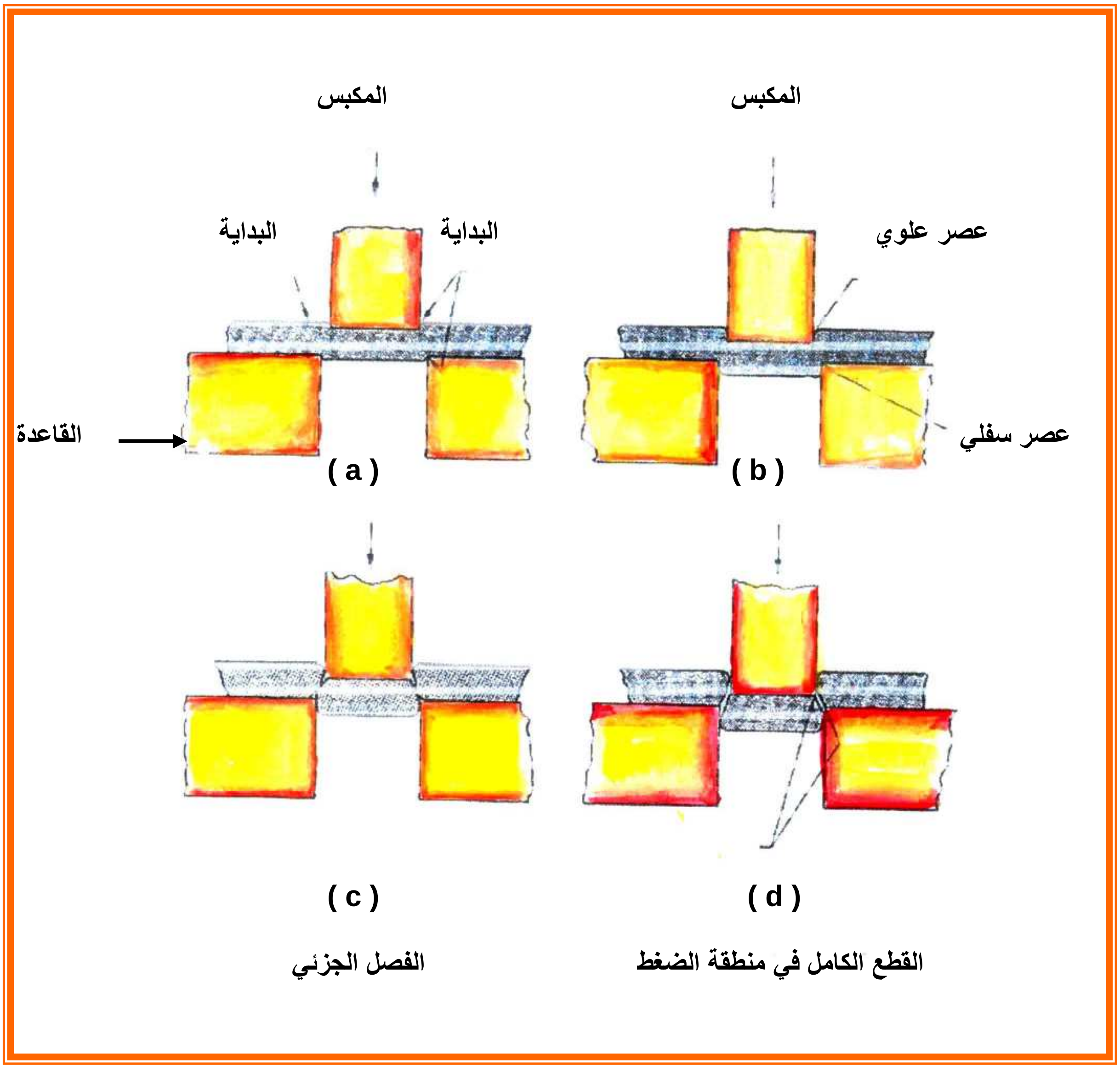




١- مرحلة الضغط
٢- مرحلة الثني
٣- مرحلة العصر
٤- مرحلة القصف
٥- مرحلة الفصل النهائي

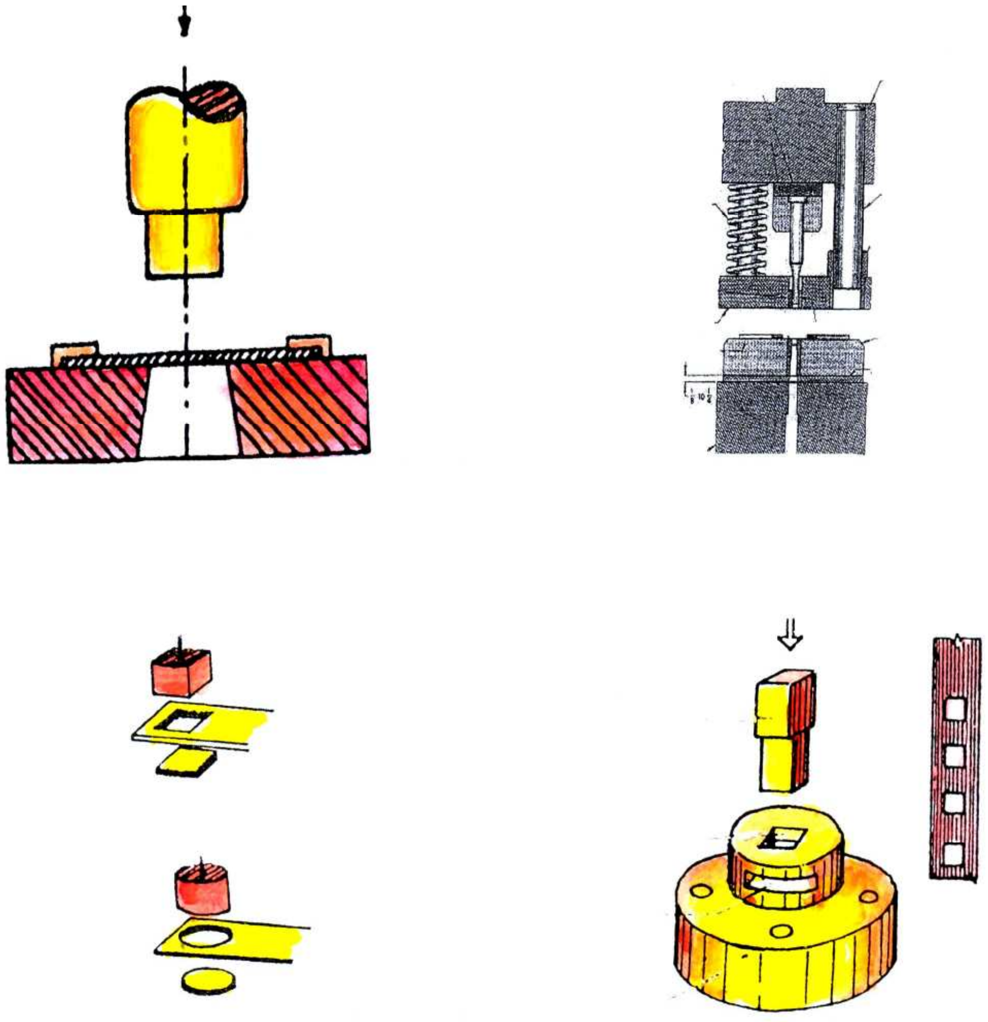
شكل رقم { ١-٤ }

مراحل تغلغل الإسطمبة مع المشغولة



شكل رقم { ١- ٥ }

A الفصل بداية تغلغل الفك بالمشغولة
B عصر جزئيات المعدن بين القاطع والقاعدة
C الجزئي للمشغولة
D القطع الكامل حسب شكل الإسطمبة



مراحل توضيحية لإسطمبة القص

شكل رقم { ١- ٦ }

مراحل التشكيل والسحب العميق للمسطحات المعدنية

السحب العميق (DEEP DRAWING) :-

السحب العميق هو تشكيل لدن للألواح والشرائط المعدنية ، ويتم بواسطتها الحصول على أشكال مجوفة منتظمة أو غير منتظمة ، وتجرى عملية السحب العميق بوضع الخامة المعدنية المطلوب سحبها على هيئة قرص معدني وبسمك معين .

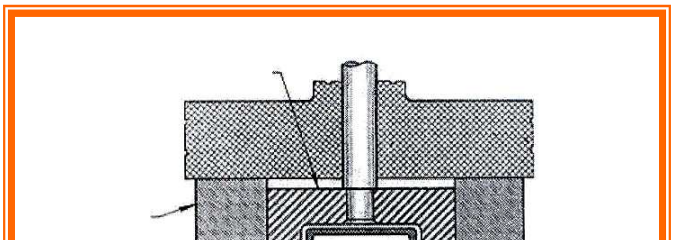
مراحل السحب العميق :

١- توضع الخامة المعدنية المطلوب سحبها على هيئة قرص معدني وبسمك معين على سطح الإسطمبة فى الدليل المخصص، و الإسطمبة ذات تجويف مطابق للشكل المطلوب٠
٢- التأكد من وجود ماسك للخامة لمنع حدوث كرمشة لها أثناء مراحل عملية السحب٠
٣- يتم التشغيل بهبوط الضارب الى أسفل ضاغطاً على القرص المعدني ساحباً الخامة الى تجويف الإسطمبة.
٤- يتم إجراء عمليات إعادة السحب للأجزاء المشكلة المجوفة التي يتم الحصول عليها لعدة مراحل لتصغير مقطعها وللحصول على منتجات أطول عمقاً مع ملاحظة إعادة عملية المعالجة الحرارية (التخمير) للتخلص من التصلد الذى حدث نتيجة عمليات السحب المتتالية ٠

ويلاحظ أن عمليات السحب العميق ممكن أن تتم على الساخن وعلى البارد حسب نوع المعدن الذى يتم تشكيله وسمكه ومطيلته ٠

علماً بأن خامة الإسطمبة والسنبك (الضارب) المستخدم فى عمليات السحب العميق تكون من الصلب السبائكي وتتحمل الإجهادات العالية ومقاومة التآكل والحرارة ٠ وتستخدم فى الغالب المكابس الهيدروليكية والمكابس الميكانيكية ٠

والمنتجات التي يتم تشكيلها بواسطة عمليات السحب العميق عديدة ٠ مثل هياكل وأجزاء السيارات والطائرات وأجسام الثلاجات والغسالات والسخانات وغير ذلك .



الإسطمبة

ضارب

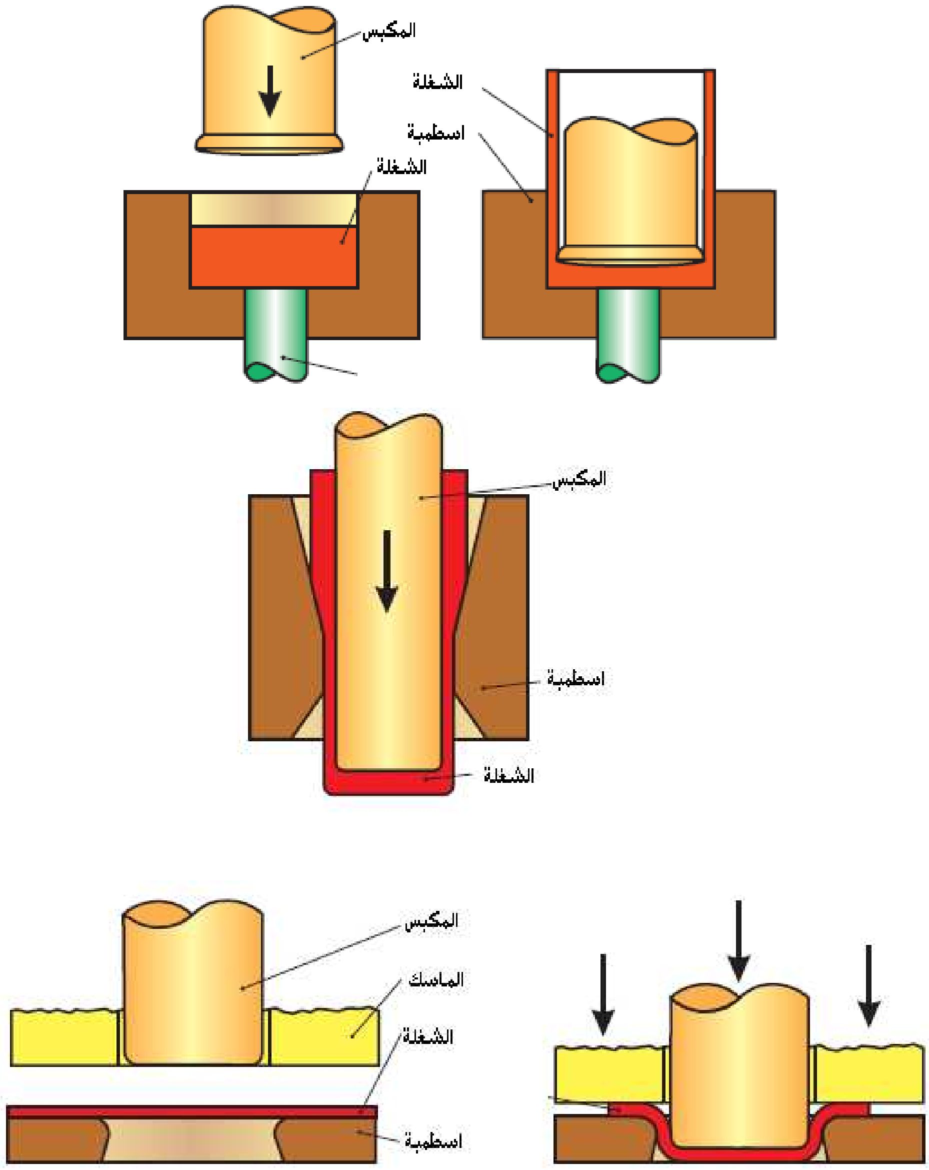
الشغلة

قاعدة قالب
التشكيل

إسطمبة التشكيل والسحب العميق

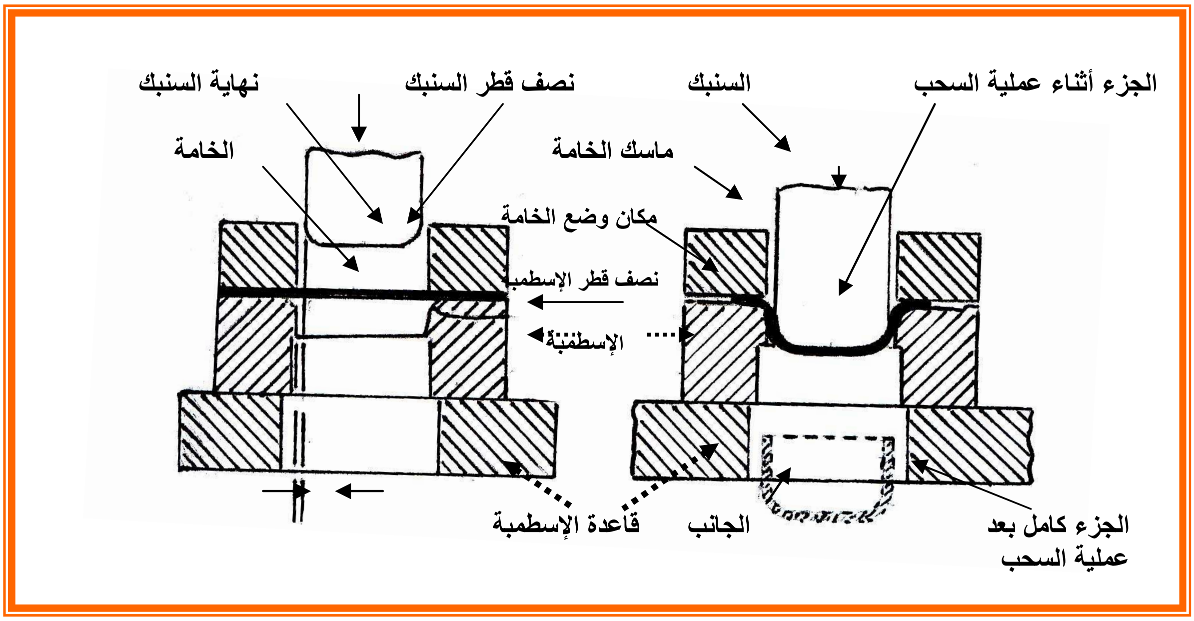
شكل رقم { ١- ٧ }

أشكال مختلفة توضح مراحل السحب العميق



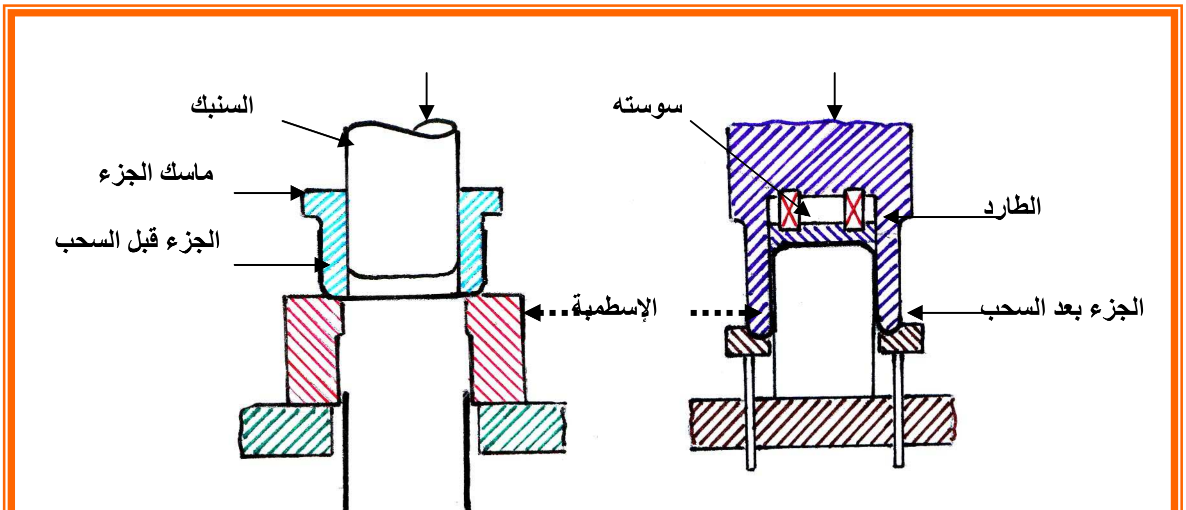
شكل رقم { ١- ٨ }

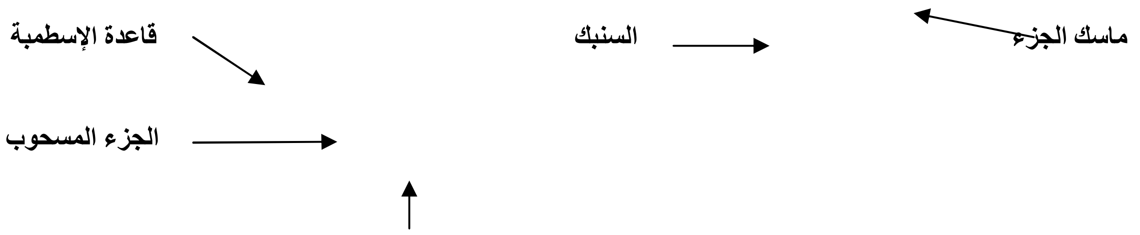
تابع أشكال مختلفة لإسطمبات السحب العميق شكل رقم { ١-٩ }



شكل رقم { ١- ٩ }

إعادة السحب العميق كما هو بالشكل رقم { ١- ١٠ }





شكل رقم { ١ - ١٠ }

أنواع عمليات السحب العميق

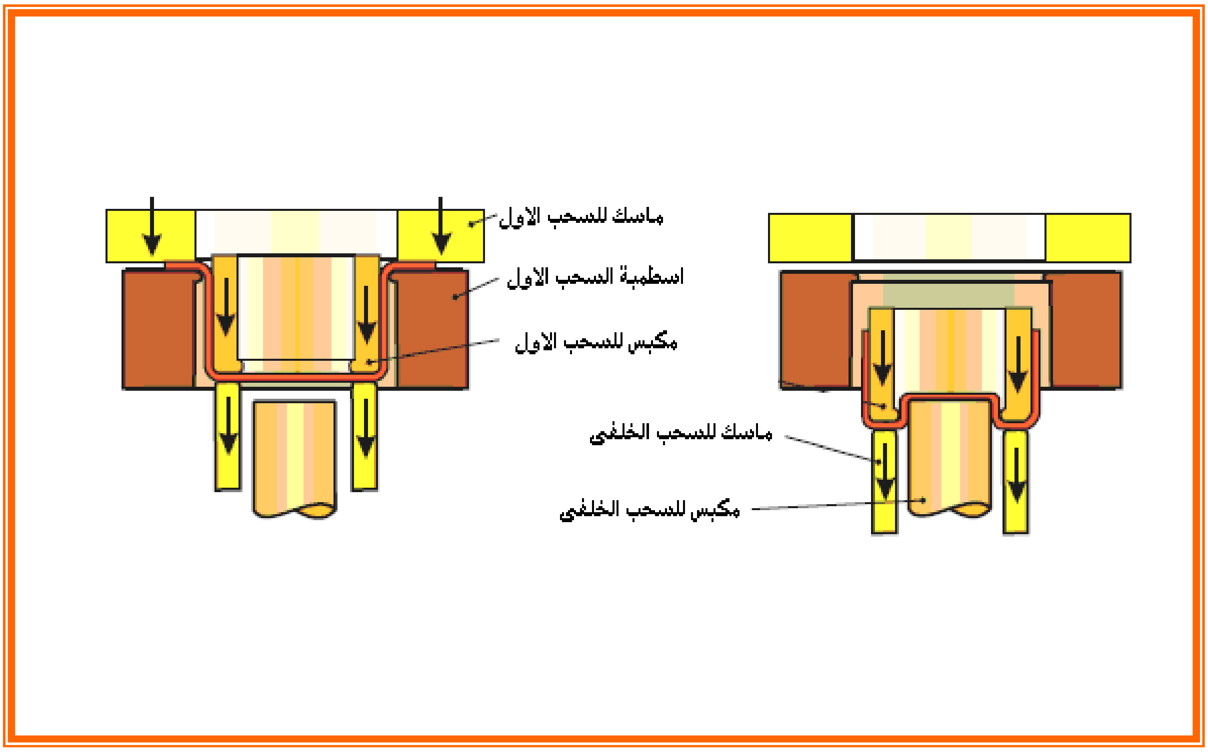
الأنواع الرئيسية لعمليات السحب العميق :-

١ - إعادة السحب للأوعية

٢ - تخفيض سمك الجدار للأوعية .

٣ - إعادة السحب العكسي للأوعية .

إعادة السحب العكسى للأوعية



شكل رقم { ١ - ١١ }

السك والختم بالإسطمبات

١. **عملية السك :-**

تعرف عملية السك على إنها تشكيل سطحى للمعادن بين قالب ذو جزأين كلاهما يحملا تشكيل، وقد إستخدم منذ العصور القديمة، حيث كانت تستخدم فى سك النقود بواسطة إسطمبات من الصلب محفورة حفراً غائراً، .

"ويستخدم فى التشكيل بالسك المكابس اللولبية أى ذات العمود الملولب"، و تدار بالكهرباء.

وتجرى عملية السك فى إنتاج الميداليات التذكارية والعملات علــى مكــابس ذات طاقــة إنتاجية عالية وذلك لتغطية الإحتياجات الكبيرة. وتتم عملية السك بواسطة أختام السك حيــث تتكون إسطمبة السك من قالب الوجه وقالب الظهر والجلبة.

الخطوات المتبعة فى عملية السك والختم بالإسطمبات

١- تجهيز الإسطمبة .

- حفر الشكل :-

الحفر engraving هو التكنيك الذي يقطع أو يزيل خطوط ومساحات فى سطح المعدن وهو يستلزم قدر هام من الممارسة لنجاح عملية الحفر. و يتم حفر الشكل المطلوب فى الإسطمبة قبل إجراء عملية التقسية وذلك بالحفر اليدوى أو الحفر بواسطة ماكينة البانتوجراف. Paint Graph سوف نتناولها بالشرح بالباب الخامس.

- التقسية :-

الغرض من التقسية هو الحصول على صلادة عالية للإسطمبة،... وتنحصر عملية التصليد المعتادة فى تسخين الصلب إلى درجة الحرارة وإبقاؤها عند هذه الدرجة لفترة زمنية معينة ثم تبرد فان تغير البنيان والخواص الناتجة تعتمد أساساً على سرعة التبريد. فإذا بردت السبيكة من درجة الحرارة تبريداً سريعاً وعند ذلك تحدث التقسية.

وتشمل خطوات التقسية على الأتى :-

أولا: التسخين:

تختلف الأفران التي تستخدم في عمليات التسخين فى أحجامها وطريقة بنائها حيث تستعمل حالياً لعمليات التسخين المختلفة (تقسية وتخمير) درجات حرارة ˚١٥٠ م – ˚١٣٥٠ م.

ثانيا : التبريد السريع:

توضع الإسطمبه المسخنة بغرض التقسية سريعاً فى حمام التقسية ، ومن الضرورى أن تكون التقسية غير حادة إلا بالكيفية الضرورية التى يطلبها الصلادة المطلوبة، ويجب قبل كل شى أن يكون نظام التبريد أثناء التقسية محقق العمق اللازم للتقسية. وتزداد قدرة السائل على التبريد عند إنخفاض درجة حرارة غليانه بإرتفاع حرارة الغليان الكامنة وانخفاض لزوجته.

سوائل التقسية:-

هناك ثلاث مجموعات رئيسية من السوائل المستخدمه في التقسيه وهى:

١- الماء والمحاليل المائية.
٢- الزيوت.
٣- حمامات الأملاح .

أولا- الماء:

يعتبر الماء البارد أرخص وأشد أوساط التبريد فاعلية، وفيه يحدث التبريد بسرعة كبيرة، وتعلل قدرة الماء الكبيرة على التبريد ، بإنخفاض لزوجته وشده حرارة الغليان. ويضاف ملح الطعام أوالملح الصخرى للرفع من مقدرة الماء على التقسية .

ثانيا- الزيوت:

الزيوت المستخلصة بالتقطير من البترول الخام أو المستخلصه بالتكرير من الزيوت المقطرة تغطى هذه المتطلبات تماما، وتستخدم حاليا بكثرة للتقسية.
ويتم تزويد حمامات الزيت بمبردات تعمل على تبريد الزيت بصفة مستمرة عن طريق شفط الزيت وإمراره خلال مواسير التبريد ثم ضخه مرة أخرى إلى الحمام .

ثالثا - حمامات الأملاح:

من مميزات إستعمال حمامات الملح للتقسية أنه لا تتكون أبخره فى مجال درجات الحرارة المرتفعة وفى درجات الحرارة المنخفضة يكون تبريدها بطيئاً وبذلك لا يظهر خطر التشقق والأملاح غالبا تحتوى على نيترات وتستعمل لدرجات حرارة قرب˚٥٥٠ م حيث أن متوسط درجات حرارة التشغيل تقع بين˚١٨٠-˚٢٠٠ م والتقسية فى مصهور القلويات يكسب سطح المنتجات لوناً رمادياً فاتحاً ويكون نقياً وغير محتوى على قشره أكسيديه .

رابعا - كمية الوسيط المبرد :-

من الضروري أن تكون كمية الوسيط المبرد كافية بمعنى أن يكون الحمام بالسعة الكافية حتى لا ترتفع درجة حرارة السائل إرتفاعا عاليا عند الإستخدام الكثير.
ومن الضروري أن يكون زمن التبريد كافيا لأن الطبقة الخارجية تبرد أولاً ثم يتم توصيل الحرارة ببطء من الداخل إلى الطبقات الخارجية .

المراجعة:-

هي العملية الختامية للعمليات الحرارية أى إنها العملية التى تلى عملية التصليد ، وتتم للتخلص بقدر الإمكان من الإجهادات الناشئة عن قوة عملية التقسية، (مقاومة الصلادة).

٢-عملية السك والختم بالإسطمبات .

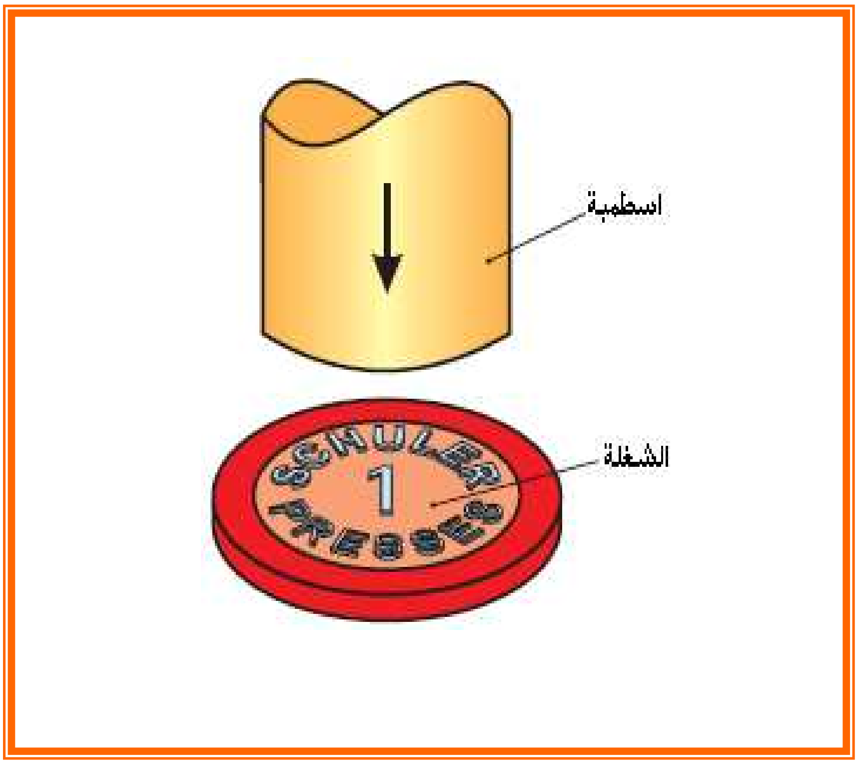
- يثبت القالب (الإسطمبة) فى الفك المتحرك للمكبس .

- يتم ضبط مشوار التشغيل للفك العلوي (الضارب) ٠

- يتم ضبط القرص المعدني المراد سكه فى وضع بين الفك الثابت والدليل (القاعدة والحافظة)

- مراجعة إنطباق الإسطمبة على القرص المعدني فى الوضع الرأسي لضمان عدم إنحراف السك ٠

- يبدأ التشغيل بإندفاع الضارب بالقالب الى القاعدة خاتماً (سك) القرص فينضغط أجزاء من معدن القرص فى تشكيل فراغ القالب فيتشكل بشكل النموذج الأصلى عكس شكل القالب فنحصل على الشكل المطلوب .



شكل رقم { ١- ١٢ - أ }

بعض أنواع قوالب سك لمنتجات الحلي
شكل رقم { ١- ١٢ – ب }

ميدالية تذكارية - يوم العلم
نقابة صيادلة السكندرية

ميدالية تذكارية - احتفالية جامعة القاهرة
للعالم المصري على مصطفى مشرفة

شكل رقم { ١- ١٣ }

تدريبات علي الباب الأول

س١ عدد أربعة من المكابس الآلية ؟

س٢ بين خمسة من الأجزاء الرئيسية للمكبس الآلي ؟

س٣ أذكر بتسلسل خطوات القطع والتفريغ بواسطة إسطمبات القص ؟

س٤ وضح مع الشرح المختصر أنواع الإسطمبات ؟

س٥ بين تسلسل خطوات عملية الكبس بالسحب العميق ؟

س٦ عدد أنواع عمليات السحب العميق ؟

س٧ وضح خطوات السك والختم بالإسطمبات ؟

س٨ بين كيفية تجهيز الإسطمبة لعملية السك ؟

س٩ عدد صفات معدن الضارب ؟

س١٠ ضع علامة صح أمام العبارة الصحيحة وعلامة خطأ أمام العبارة الخطأ مع تصويب الخطأ

١) تستخدم الإسطمبات في تشكيل الأقراص المعدنية إلى منتجات معدنية مجوفة . (   )

٢) الجدران الداخلية لإسطمبة القص تكون بسلبية إلى أعلى . (   )

٣) يركب النازع لإسطمبة القص لنزع قطعة المعدن من على المكبس . (   )

٤) إسطمبات المراحل المتعددة تجرى فيها عمليات الكبس على التوالي . (   )

٥) يتم القص بعصر جزيئات المعدن عند تلامس الضارب . (   )

٦) تصنع الإسطمبات من الصلب الكربوني . (   )

البـــاب الثـــاني

التشكيل بالتدويم (الجمع على المخرطة)

٢/١- الخطوات التي تتبع عند إجراء عملية الجمع على المخرطة .

٢/٢- المعالجة الحرارية (التخمير) للقطعة المعدنية أثناء التشكيل .

التشكيل بالتدويم (Spinning)

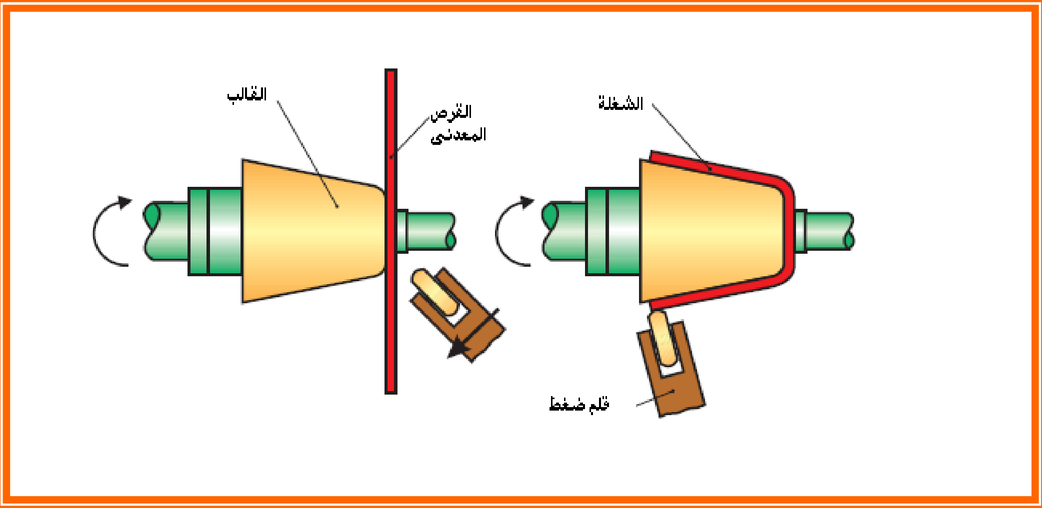
تتم عمليات التشغيل والتشكيل بالتدويم، بتحويل المعادن حسب خواصها (صلبة – لدنة) إلى مجسمات لها أشكال وأبعاد محددة طبقاً لتصميمات معينة لأداء غرض وظيفي أو إمتاعي، وإختيار عمليات التشغيل والتشكيل يتوقف على خصائص ومقومات المعادن التي يشكل منها المنتج.

ويمكن تشغيل أو تشكيل المادة المعدنية بأساليب متعددة ومختلفة وتعتمد درجة الدقة المطلوبة، وتكاليف الأداء على المعدات والأدوات المتاحة للإستعمال في وقت التشغيل. وتعتبر عملية التشكيل بالتدويم من العمليات الإقتصادية، بالنسبة لإنتاج كميات صغيرة نسبياً، وذلك لإنخفاض تكاليف عدد التشغيل.

نظرية التشكيل بالتدويم :-

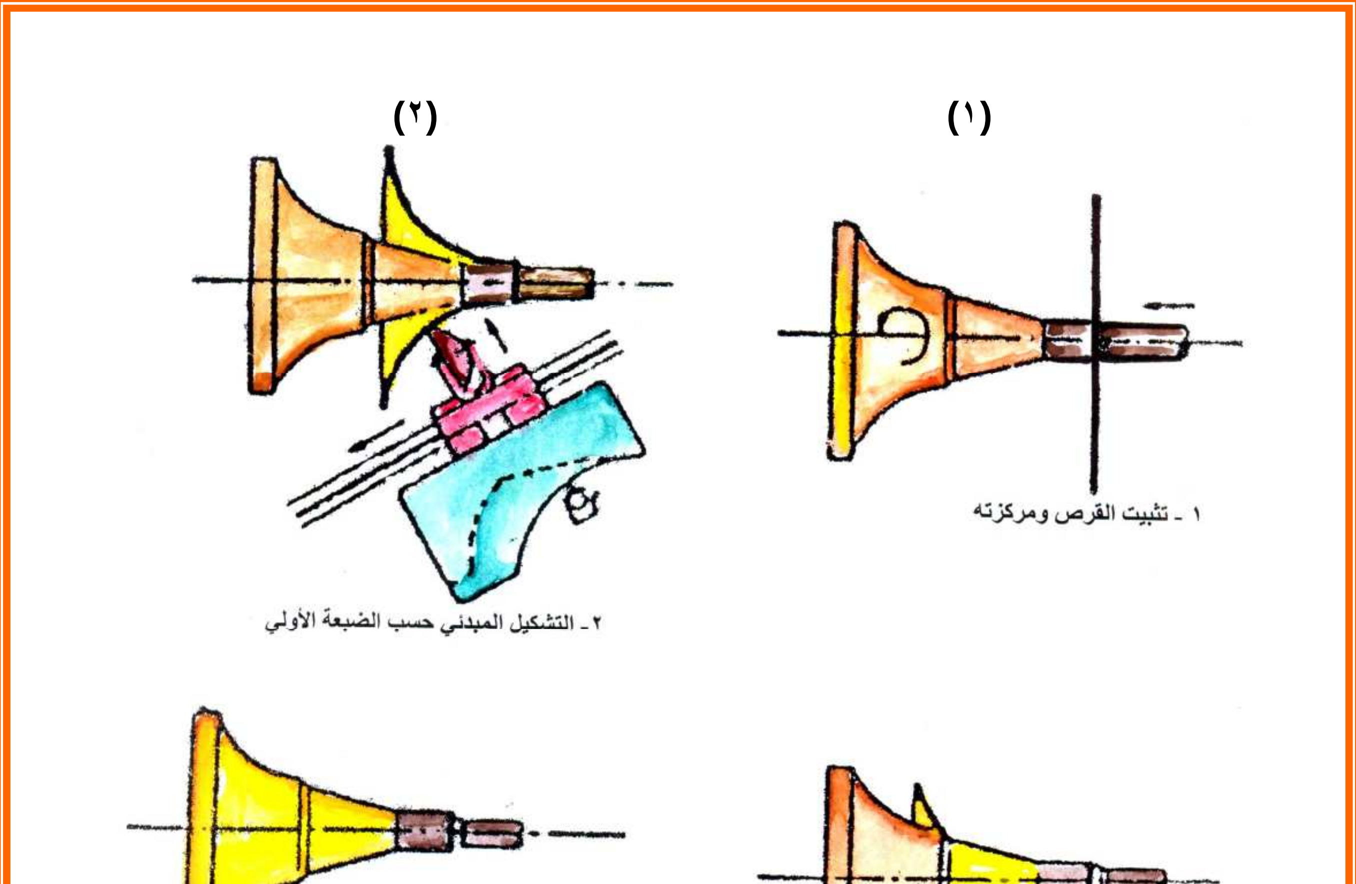
هي عملية تشكيل لدن للمعدن وتكون على البارد ، وتجري بإستخدام أداة تشكيل للضغط على المعدن بواسطة نموذج يمثل شكل الجزء النهائي المطلوب للمنتج وتتم عملية التشكيل أثناء دوران المعدن والنموذج { القالب } بسرعة مناسبة .

تقتصر عملية التشكيل بالتدويم على إنتاج منتجات متماثلة الشكل وتكون الخامات المستخدمة في الغالب على هيئة أقراص مسطحة ، والماكينة التي تتم عليها عملية التشكيل بالتدويم تشبه إلي حد ما المخرطة ، حيث يجري تثبيت النموذج الذي يمثل الشكل المطلوب في مكان مماثل لظرف المخرطة ويتم التحكم في تثبيت الخامة مع النموذج بواسطة جزء مماثل للغراب المتحرك ، ثم تجري عملية التشكيل بواسطة أقلام ضغط أثناء عملية الدوران بالسرعة المناسبة . كما بالشكل رقم { ٢-١ }



الشكل رقم { ٢-١ }

رسم تخطيطي يبين خطوات التشكيل بالتدويم

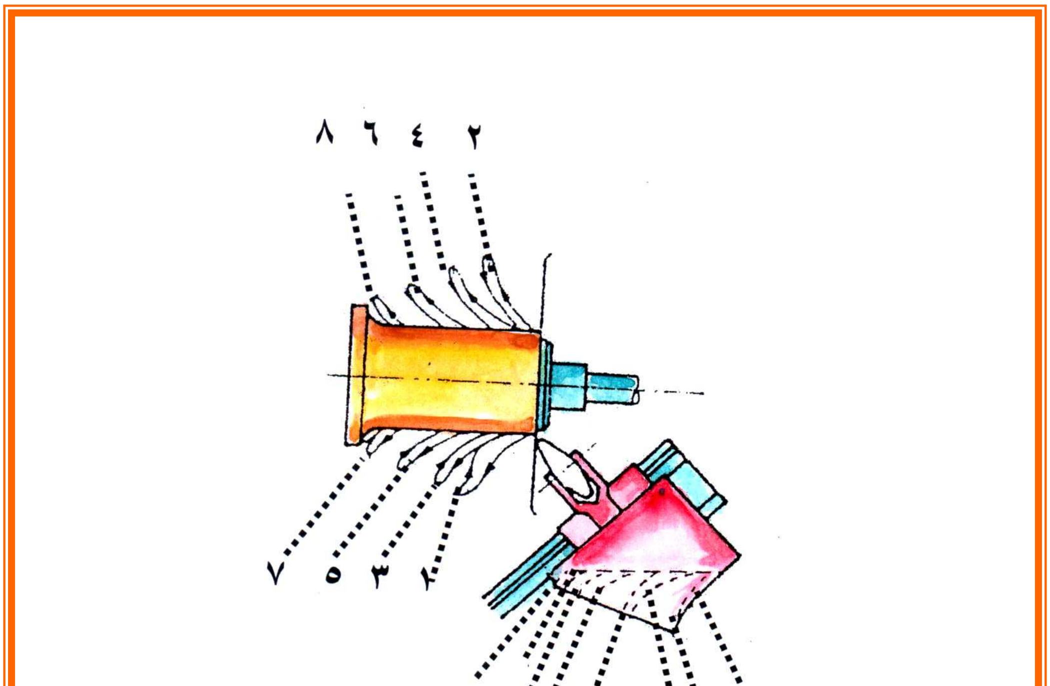


(٤) (٣)

(٥)

شكل رقم { ٢-٢ }

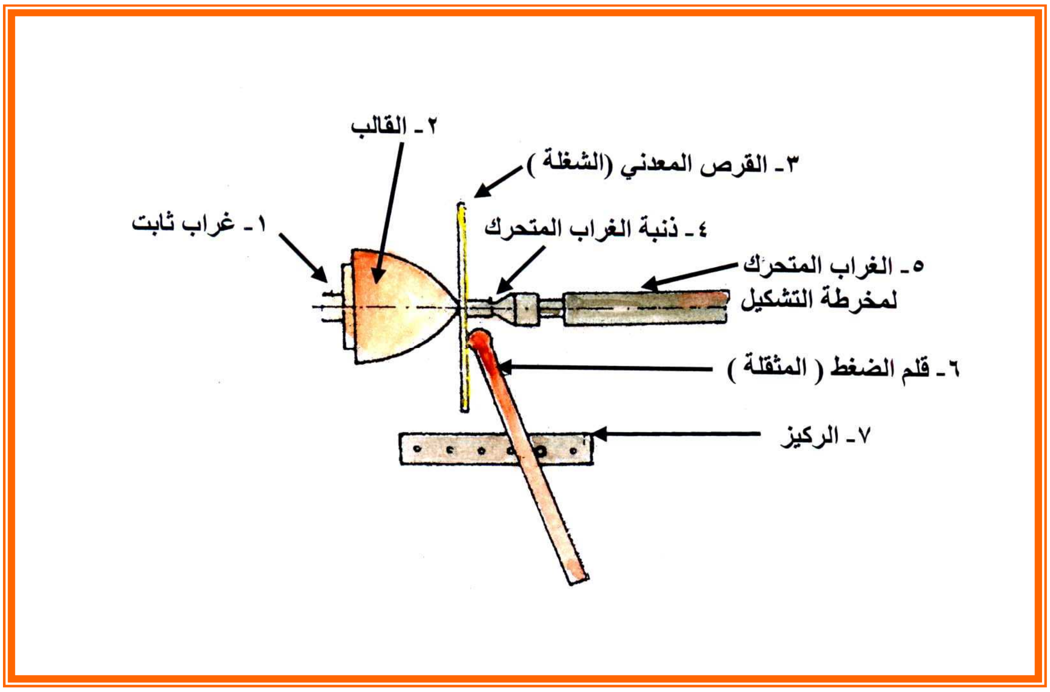
<u>**رسم تخطيطى يبين مراحل التشكيل بالتدويم**</u>



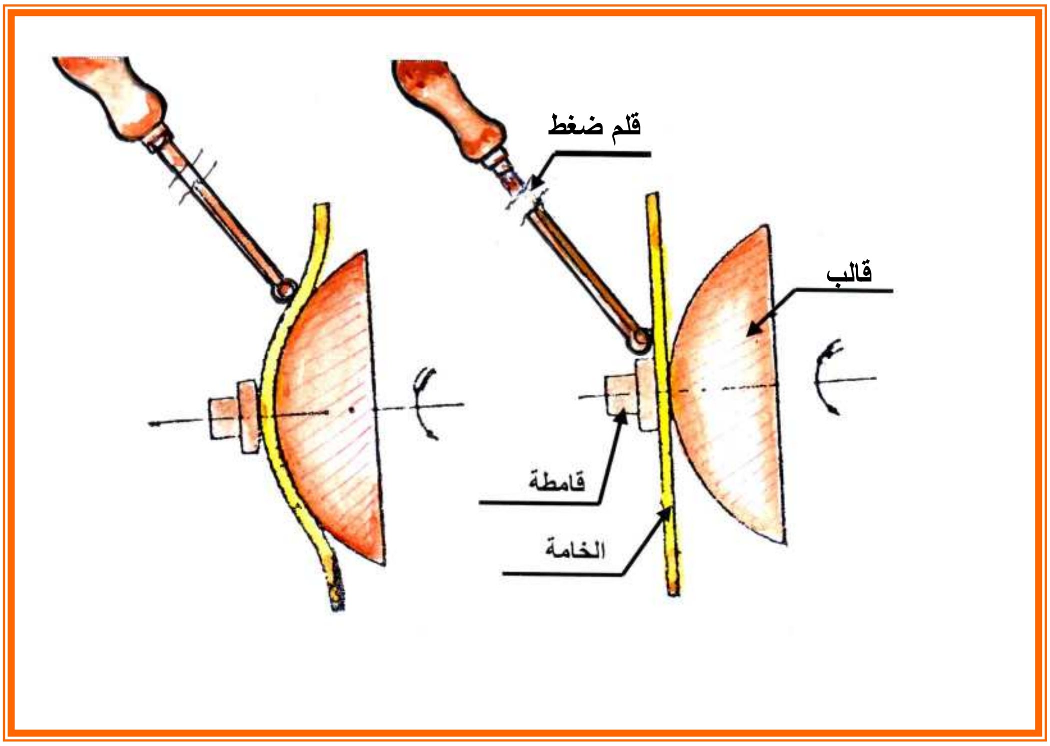
تمثيل تخطيطي لحركات التشكيل بالجمع { بالتدويم } على المخرطة

شكل رقم { ٢-٣ }

رسم تخطيطي للتشكيل (بالتدويم)



شكل رقم { ٢-٤ }



شكل رقم { ٢-٥ }

١/٢ الخطوات التى تتبع عند إجراء عملية الجمع على المخرطة

كيفية إعداد وتجهيز الأدوات والمعدات المستخدمة فى الجمع على المخرطة :-

١ - إختيار القالب

يتم إختيار القالب المناسب حسب الشغلة المطلوب إنتاجها أو حسب التشكيل المطلوب .
والقالب إما أن يكون قالب بسيط أو قالب مركب .

القالب البسيط :-

وهو عبارة عن قطعة واحدة وذلك في حالة إذا كانت فوهة المشغولة تسمح بإخراجه بعد عملية التشكيل ، وبمعني آخر يستخدم في تشكيل المنتجات التي تكون الفوهة أكبر من القاعدة وكذلك لا يوجد منحنيات على سطح الشكل .

مادة الصنع :-

يصنع القالب البسيط عادة من الخشب الصلب في حالة الإنتاج المحدود أو الأعداد القليلة ، أما في حالة الإنتاج المستمر أو الأعداد الكبيرة يصنع من المعدن .

القالب المركب :-

وهو مكون من عدد من الفصوص وذلك إذا كانت فوهة الشكل أقل من القاعدة وذلك يتعذر خروج القالب بعد عملية التشكيل ، ولذلك يصنع القالب من عدة فصوص تمثل في تجميعها شكل المشغولة النهائي ، وبعد عملية التشكيل يمكن إخراج القالب من المشغولة قطعة بعد الأخرى وذلك بعد فك جزء التجميع و إخراج الفص الذي يسمي بالمفتاح ، وبذلك يسمي القالب مركب أو قالب الفصوص . كما هو موضح بالشكل رقم { ٢-٦ }

أشكال مختلفة من القوالب

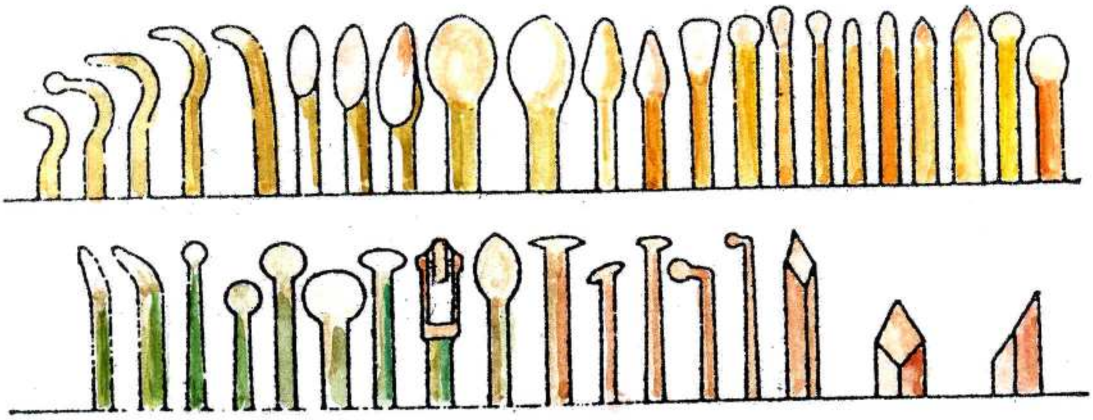
شكل رقم { ٢-٦ }

٢- إختيار أقلام التشكيل { الضغط أو المثاقل }

الأقلام المستعملة في التشكيل بالجمع على المخرطة تكون ذات أطراف ملفوفة غير حادة أو ذات عجلة دائرية بأقطار و أشكال مختلفة ومتنوعة .

ويجب إختيار القلم المناسب الذي يلائم الشكل الخارجي للشغلة المراد تشكيلها ، وتصنع الأقلام عادة من الصلب المصقول وتتوقف صلاحية الأقلام على درجة صقل ونعومة سطحها حتى لا تؤثر على سطح المشغولات بأي تشوهات تتلف من صلاحية المشغولات المنتجة .

ويجب أن تكون الأقلام المستعملة ذات طرف إنسيابي غير حاد ، وان تتلائم وتتناسب مع الشكل المراد تشكيله حتى نحصل على الأشكال المرجوة بدرجة كفاءة عالية الجودة .
والشكل رقم { ٢-٧ } يوضح أشكال مختلفة لأقلام الضغط { المثاقل } .



أشكال مختلفة ومتعددة لأنواع أقلام الضغط { المثاقل }

شكل رقم { ٢-٧ }

٣- إعداد وتجهيز مخرطة الجمع الآلى :-

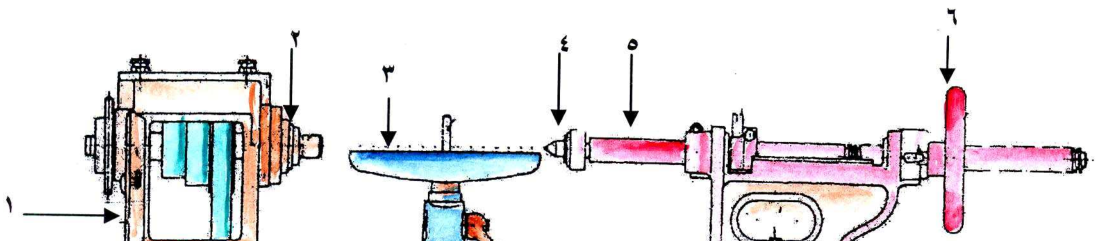
قبل البدأ في عملية الجمع وقبل التشغيل يجب مراعاة إعداد وتجهيز الماكينة وذلك لتأكد من الأتي :-

١- التأكد من الدائرة الكهربية وصلاحيتها للماكينة .

٢- النظافة التامة للماكينة وما حولها .

٣- سلامة الأجزاء العاملة والمتحركة .

٤- ضبط السرعة المناسبة حسب الشغلة المراد تشكيلها ، وذلك بحساب عدد اللفات المطلوبة في الدقيقة حسب نوع المعدن والسمك .



شكل رقم { ٢-٨ }

تسلسل الخطوات التى تتبع عند إجراء عملية الجمع على المخرطة

١- الإنفراد { حساب قطر القرص المعدنى }

يراعي الدقة في حساب قطر القرص المعدني حتي تحول جميع الأشكال المجموعة إلي قرص دائري ، وذلك بحساب أبعاد الشكل المطلوب ويحسب القطر من القوانين الرياضية المساعدة لذلك مع القاعدة الرياضية للشكل المجموع والدقة في الحساب يترتب عليها نتائج إما بدقة الأبعاد للمنتج أو بتغير الأبعاد وتشوه المنتج .

٢- التفصيل :-

تحويل الحسابات و الرسومات علي الورقة إلي المعدن وعند التفصيل يجب مراعاة دقة حساب القطر مع الأخذ في الإعتبار سمك المعدن ونوعية المعدن من حيث درجة السحب وتمدده وتماسك ذراته سواء في الليونة أو الصلادة ولكل من الحالات السابقة حساب خاص فمثلاً معدل السحب أثناء الجمع للألومنيوم اكبر من النحاس وهكذا .

٣- تثبيت القالب :-

يثبت القالب المطابق للنموذج المطلوب جمعه في ظرف المخرطة تثبيتاً جيداً بسيطاً كان أو مركباً ويراجع سطحه جيداً وخلوه من التشوهات السطحية .

٤- تثبيت القرص { السنترة }

يوضع القرص بين القالب ولقمة الغراب المتحرك بحيث يكون مركزه و سنتر القالب ومركز لقمة الغراب المتحرك على محور واحد تمام الإنطباق ، ويمكن التأكد من ذلك بإدارة المخرطة بسرعة هادئة أو يدوياً و التأكد من عدم وجود رفة للقرص وان وجدت تعالج بشريحة رقيقة من الخشب كما بالشكل الأتي .

وبعد التأكد من السنترة { تطابق المحور } يتم الربط جيداً وذلك بضغط ذنبة الغراب المتحرك في الزنقة على اللقمة .

٥- تشغيل الماكينة :-

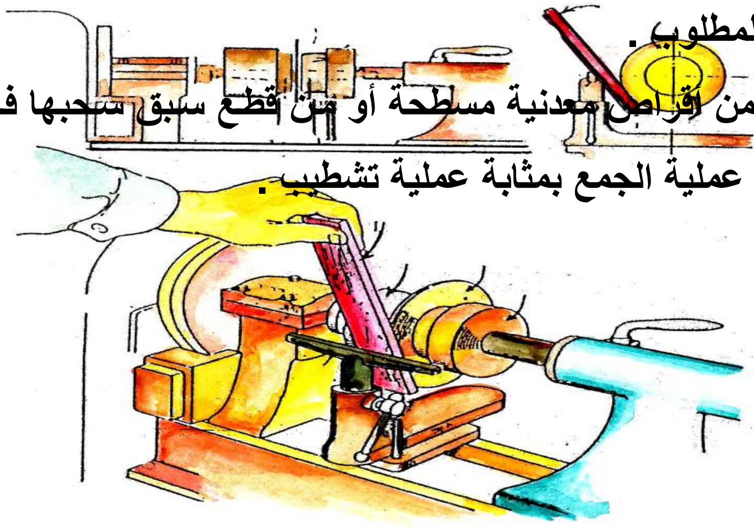
يتم تشغيل الماكينة بالسرعة المناسبة عن طريق علبة التروس الخاصة بتغيير السرعات حسب الشكل ونوع المعدن والسمك ويتم التشغيل من مفتاح التشغيل فتدور الماكينة بالسرعة المطلوبة وينتظر حتى تستقيم السرعة .

٦- الجمع :-

يتم إختيار المصقلة المناسبة حسب الشغل ونوع المعدن والسمك وحسب المرحلة ومع الدوران السريع و اللفات يتم الضغط بالمصقلة مع الإرتكاز على الركيزة ويجمع المعدن بالسحب على القالب من الداخل إلي الخارج معتمداً على الركيزة مع التزييت بين المصقلة و الشغلة لتسهيل عملية الإنزلاق والسحب حتى تتم عملية الجمع دفعة واحدة .

وفي حالات التشكيل على مراحل يتم التخمير و إعادة الشغلة ثانياً وتكرار العملية حتى نحصل على الشكل المطلوب .

ويتم الجمع إما من أقراص معدنية مسطحة أو من قطع سبق سحبها في مكبس وفي هذه الحالة الأخيرة تعتبر عملية الجمع بمثابة عملية تشطيب .



شكل رقم { ٢-٩ } يوضح تشكيل وجمع منتج معدني

<u>الإعتبارات التى يجب مراعاتها عند إجراء عملية التشكيل بالجمع { التدويم }</u>

١- التأكد من سلامة الماكينة وإعدادها للتشغيل .

٢- مراجعة سلامة المصاقل { أقلام الضغط } وخلو سطحها من أي تشوهات وخاصة الجزء الفعال الملامس لسطح المعدن المطلوب تشكيله .

٣- التأكد من نظافة المصاقل ونصابها الخشبي من الزيوت حتى لا تنزلق من يد العامل أثناء إجراء عملية التشكيل .

٤- عدم إستعمال المصقلة بدون نصاب خشبي سليم والتأكد من تثبيت يد المثقلة جيداً .

٥- التأكد من تثبيت القرص المعدني المراد تشكيله بالقالب جيداً حتى لا يتعرض للإنفصال أثناء الدوران السريع .

٦- يجب ضبط مركز القرص المعدني مع محور القالب تماماً قبل البدأ في إجراء عملية التشكيل بالتدويم .

٧- يجب وضع قرص من الخشب الصلب أو من المعدن { وردة } بين القرص المعدني و ذنبة الغراب المتحرك وذلك لحماية سطح المنتج من الإختراق .

٨- وضع كمية من الزيت أو الشحوم أثناء عملية التشكيل بالتدويم وذلك لسهولة إنزلاق المصقلة علي الشغلة وعدم تعرض المنتج للتشقق أو الحرارة الناتجة من الدوران السريع

٩- مراعاة السرعة المناسبة حسب سمك الشغلة والشكل المطلوب .

المشكلات الناتجة على المنتج وطرق العلاج

١- عدم تجانس تخانة الجسم المجموع ناتج من

أ- ضغط قلم التشكيل غير منتظم أثناء عملية الجمع :-

ينتج عدم تجانس تخانة الشكل المجموع نتيجة للضغط الغير منتظم علي سطح الشغلة أثناء عملية الجمع الآلي ، مما يؤدي إلي منتج ذا سمك رفيع في بعض أجزاءه التي تم الضغط عليها أكثر من مرة .

ب- حساب الإنفراد أقل من المطلوب :-

يؤدي أيضاً عدم حساب الإنفراد بالطريقة الصحيحة إلي عدم تجانس تخانة الجسم المجموع وذلك نتيجة للضغط الزائد في الجزء العلوي للجسم المجموع حتى يصل إلي الشكل المطلوب وعند إكتشاف أن قرص المعدن غير كافي لإتمام الشكل المطلوب يبدأ في الضغط الزائد للوصول إلي الشكل المطلوب علي حساب سمك المعدن مما يؤدي إلي عدم تجانس في تخانة الجسم المجموع .

- **المعالجة :-**

ويمكن علاج ذلك عن طريق الضغط المنتظم على القرص أثناء عملية الجمع الآلي ، ويأتي من التمرين والممارسة التطبيقية للصانع – كذلك يجب حساب إفراد القرص المراد تشكيله بالطريقة الصحيحة .

٢- تعرج حافة فوهة الشكل المجموع ناتج من

إختصار مراحل التشكيل إلى مرحلة واحدة أو أقل من المطلوب :-

يؤدي تشكيل الأجزاء العميقة على مرحلة أو مراحل أقل من المطلوب إلي تعرج في الجسم تجاه الفوهة حتي يؤدي تشكيل القرص المعدني دفعة واحدة إلي حدوث تعرج في القرص نتيجة للتشكيل الزائد فيه .

- **المعالجة :-**

لعلاج ذلك يجب مراعاة تشكيل الأجزاء العميقة والمخروطية علي مراحل متعددة يندرج فيها تشكيل القرص علي مراحل للوصول إلي التشكيل النهائي .

٣- وجود تشوهات وتشقق سطح المنتج أثناء عملية الجمع ناتج من

- **الضغط الواقع على سطح الشغلة :-**

إذا كان الضغط الواقع علي المعدن أثناء عملية التشكيل غير متجانس وشديد في بعض الأجزاء لدرجة تؤدي إلي عدم تحمل المعدن الجهد الواقع عليه مما يؤدي إلي قطع وتشقق في بعض أجزاء المنتج .

- **اختصار مراحل التشكيل :-**

يمكن أن يتشقق سطح المنتج أثناء عملية الجمع الآلي إذا كانت عملية التشكيل عميقة لدرجة تستلزم أكثر من مرحلة أو أكثر من قالب لإتمام عملية التشكيل بالشكل المطلوب ولم يتم ذلك .

- **عدم إجراء عملية التخمير المطلوبة :-**

يتشقق سطح المنتج أثناء عملية الجمع الآلي إذا زادت الإجهادات الواقعة علي المعدن بدرجة أكبر من قدرة المعدن علي تحمل هذه الإجهادات نتيجة لعدم تخمير أو معالجة المعدن حرارياً كلما استلزم الأمر ذلك مما يؤدي إلي تشقق سطح المنتج أثناء عملية التشكيل .

- **الإنفراد غير كافي :-**

يؤدي عدم حساب إفراد القطعة المراد تشكيلها بالطريقة الصحيحة أي أن يكون مساحة القطعة غير كافي لعمل المنتج المطلوب مما يدفع الصانع إلي الضغط الزائد علي المعدن للوصول إلي الشكل النهائي للمنتج حيث يكون ذلك علي حساب سمك المعدن وزيادة الإجهاد عليه مما يؤدي إلي تشقق في سطح المنتج أثناء عملية الجمع الآلي .

- **تشوه سطح أدوات التشكيل :-**

يؤدي وجود زوايا حادة أو نتوءات في أدوات أو قالب التشكيل إلي حدوث تشقق لسطح المنتج أثناء عملية الجمع الآلي .

المعالجة

- **أن يكون الضغط علي قرص المعدن أثناء عملية الجمع الآلي منتظم وبدرجة واحدة حتى لا يؤدي إلي زيادة الإجهاد في بعض الأماكن دون الأخرى أو إلي تقليل السمك في حالات الأجزاء العميقة بالجمع الآلي يجب أن تتم العملية علي مراحل متتالية بحيث تقسم عملية الجمع إلي عدة مراحل لكل منها قالب خاص للوصول إلي الشكل النهائي للمنتج .**
- **يجب حساب إفراد القطعة بالطريقة الصحيحة بحيث لا يكون قرص المعدن أقل من المطلوب مما يتطلب زيادة الضغط علي المعدن أثناء عملية التشكيل للوصول إلي الشكل المطلوب مما يتسبب في زيادة الإجهاد علي المعدن وتقليل السمك وبالتالي إلي تشقق سطح المنتج أثناء عملية الجمع الآلي .**
- **يجب أن تجري عملية المعالجة الحرارية (التخمير) بين كل مرحلة وأخري أو كلما استلزم الأمر ذلك حتى لا يزيد الإجهاد علي المعدن مما يسبب ذلك في تشقق السطح أثناء عملية الجمع الآلي .**
- **يجب ألا تحتوي الأدوات أو القوالب المستخدمة في عملية الجمع الآلي علي زوايا حادة أو نتوءات حادة حتى لا يتسبب ذلك في حدوث تشققات في سطح المعدن أثناء عملية الجمع الآلي**

٢-٢ المعالجة الحرارية { التخمير } للقطعة المعدنية أثناء التشكيل

١- بنية المواد :-

تتوقف خواص المواد في المقام الأول علي نوع ذراتها وترابطها ونظام ترتيبها في المادة ، والمواد كلها كما نعلم تتكون أساساً من ذرات تتجمع ويرتبط بعضها ببعض .

٢- ترابط الذرات :-

لا توجد الذرات في المادة بصورة إنعزالية أي لا توجد كل ذرة منفردة أو منفصلة عن زميلاتها بل توجد متجمعة بصورة معينة لتكوين بناء المادة .

فالذرات إذن في عنصرها تأخذ أوضاعاً قد تكون في أشكال هندسية منتظمة ومتكررة وقد لا تكون ، ويسيطر علي أوضاعها طاقة تربط بعضها ببعض بحيث تحفظها في أوضاع الإتزان النهائي

وعلي مقدار ونوع هذه الطاقة أو القوي الرابطة تتوقف خواص عديدة للعنصر فمقاومة عنصر للأحمال { إجهاد } يعتبر دليلاً واضحاً علي وجود هذه القوي الرابطة ، ولابد للتغلب علي هذه القوي الرابطة من استخدام طاقة خارجية إما ميكانيكية لتحطيم العنصر بإنفصال ذراته كما يحدث عند إجراء عملية التشكيل أو الجمع بتشويه ذراته أو تحطيمه بإنفصال ذراته { التشقق }

٣-التصلد الإنفعالى :-

هو إكساب الفلزات درجة صلادة نتيجة لإجراء تغير في البنية من إنضغاط الذرات أو التشوه نتيجة لتأثير قوي ميكانيكية ، وإذا استمر هذا التأثير وبزيادة التصلد الإنفصالي يحدث تشوه في السطح وتشقق ولعلاج هذا الأمر لابد من إعادة التبلور للبنية وذلك بأجراء تأثير حراري يعمل علي تمدد الفراغات بين الذرات و إعادة التبلور .

٤- إعادة التبلور :-

كما وضحنا يحدث تشوه بالذرات نتيجة لعملية التشكيل وخاصة في عملية السحب أثناء عملية الجمع ويؤدي إلي حدوث تصلد إنفعالي في الشغلة وعند الإستمرار في التشكيل في حالة التصلد الإنفعالي يحدث إجهاد ويتشقق سطح المعدن .

لذلك فان من الضروري لزم إجراء عملية التخمير .

أهمية عملية المعالجة الحرارية [التخمير] وضرورتها أثناء عملية الجمع :-

إن عملية التخمير للمعدن من آن إلي أخر حسب الخام لازمة لإزالة التصلد الإنفعالي الذى يكتسبه المعدن أثناء مراحل عملية التشكيل علي البارد وهي تزيل الإجهادات من سطح المعدن فتمنع تشقق سطح المعدن عند تعرضه للإجهادات أثناء التشكيل .

وتتم المعالجة الحرارية { عملية التخمير } بتعرض المعدن إلي مصدر حراري وذلك بإستخدام بوري حراري أو بوضع المعدن داخل أفران حرارية مع مراعاة توزيع الحرارة بنظام حول سطح المعدن . وذلك حتى درجة الإحمرار .

تدريبات علي الباب الثاني

س١ وضح بإختصار نظرية التشكيل بالتدويم .

س٢ قارن بين أنواع القوالب من حيث :

خامة الصنع – تكوين القالب – الأشكال المنتجة .

س٣ عدد الخطوات المتبعة عند أجراء عملية الجمع على المخرطة .

س٤ فسر أهمية المعالجة الحرارية أثناء عملية الجمع .

س٥علل : تشوه وتشقق سطح الشغلة .

س٦ حدد خمسة من الاعتبارات الواجب إتباعها أثناء التشكيل بالجمع الآلي .

س٧ وضح مشكلة وعلاج عدم تجانس سمك الجسم المجموع .

س٨ اذكر ما تعرفه عن :-

{ التصلد الانفعالى – ترابط الذرات – بنية المواد }

س٩ ضع علامة صح أمام العبارة الصحيحة وعلام خطأ أمام العبارة الخطأ مع تصويب الخطأ

١) تصنع أقلام الضغط عادة من الصلب المصقول . ( )

٢) يتم تغير سرعة الماكينة بواسطة الغراب المتحرك . ( )

٣) أقلام الضغط تكون ملفوفة وحادة . ( )

٤) تتغير سرعة الماكينة حسب الشكل المجموع وسمك المعدن . ( )

٥) يتم تشكيل المنتجات في عمليات الجمع من أقراص معدنية . ( )

الباب الثالث

الدرفلة

٣/١- كيفية إنتاج الألواح من كتل على ماكينات الدرافيل .

٣/٢- طرق درفلة الألواح لتقليل السمك .

٣/٣- خطوات عملية سحب الأسلاك لتقليل السمك .

الدرفلة { Rolling }

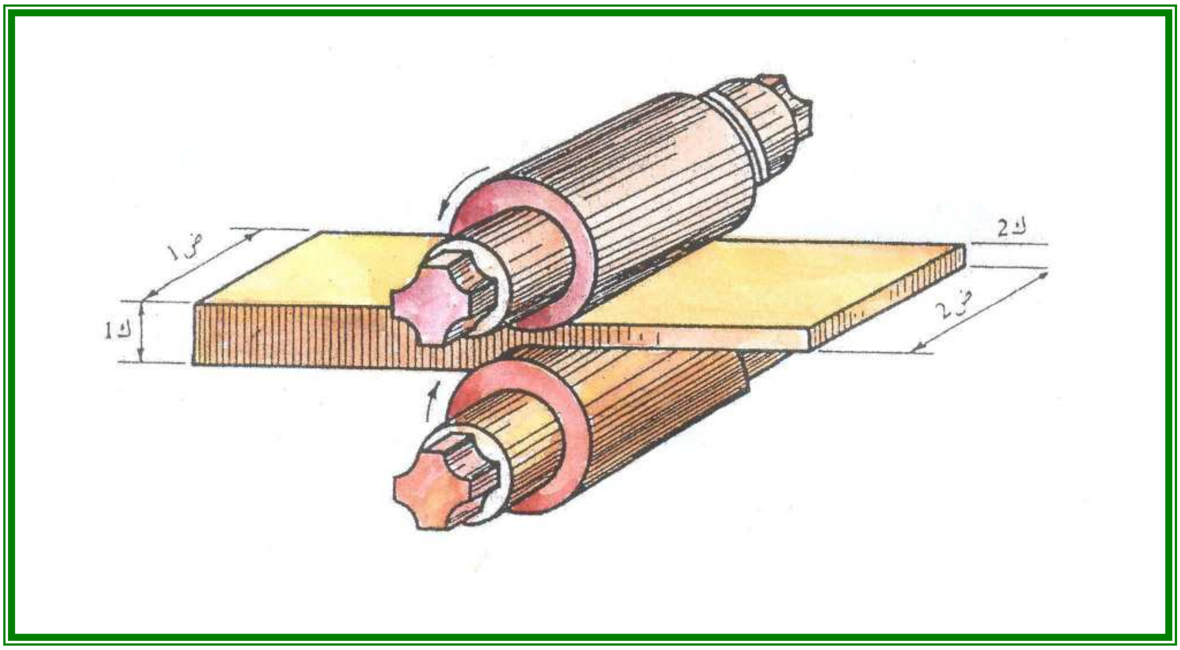
مقدمة :-

نحصل علي الصلب المنصهر الناتج من المحولات والأفران بصبه عادة في قوالب خاصة ذات مقاسات معينة وبذلك نحصل علي كتل لا يمكن الاستفادة بها في الأغراض التجارية أو الصناعية مباشرة .

لذلك يجب إجراء عمليات صناعية علي هذه الكتل لتحويلها إلي أشكال ملائمة للإستخدام مثل { الألواح - الشرائح - الأسلاك - الأنابيب - القضبان } وغيرها بأبعاد مختلفة تتفق وحاجة الصناعة وتسمي هذه العمليات التي تجري علي الكتل { البلاطات } عملية الدرفلة .

عملية الدرفلة هي عملية التشكيل اللدن للمعادن أثناء مرورها بين درفيلين تحت ضغطهما .

وتتم المراحل الأولي لعملية الدرفلة علي الساخن لتحويل الكتل المعدنية إلي ألواح أو شرائح أو قضبان أو مقاطع بأشكال مختلفة كما بالشكل الموضح .



شكل رقم { ٣-١ }

٢-١ كيفية إنتاج الألواح من كتل علي ماكينات الدرافيل

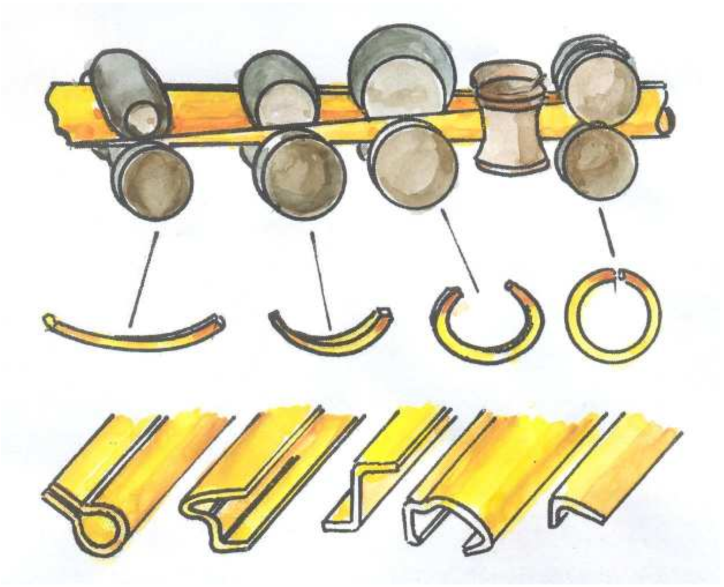
١- الدرفلة تقليل السمك أو التشكيل :-

يمكن تعريف الدرفلة بأنها عملية تشكيل المعادن والسبائك بالضغط وذلك بتمريرها بين اسطوانتين { درفلين } تدوران في إتجاهين متضادين { أحدهما في إتجاه حركة عقرب الساعة و الأخرى في الإتجاه المضاد } بحيث يكون الخلوص بين الاسطوانتين أقل قليلاً من سمك الخامة

المراد درفلتها ، وبعد عملية الدرفلة يقل السمك ويزداد الطول – ويتم ذلك بواسطة ماكينات خاصة تسمي ماكينات الدرفلة وتصنع من الصلب أو الزهر الأبيض ويكون سطحها أملس .

أما ماكينات درفلة المقاطع فيكون هناك شكل المقطع علي هيئة فراغ بين الدرفلتين أو متدرجة الفتحات مثل درفلة القضبان .

ويكون منتجات الدرفلة إما منتجات مجهزة { مصنعة } كالألواح - الكمرات – القضبان } ، أو منتجات نصف مجهزة { نصف مصنعة } وتجري عليها عمليات الطرق والكبس. كما هو موضح بالشكل رقم { ٣-٢}



شكل رقم { ٣-٢ }

إعداد وتجهيز الخامات للدرفلة

- الخامات { الكتل المبططة والبلاطات }

يفضل إنتاج الألواح من البلاطات { الكتل نصف مدرفلة } عن الكتل المبططة وذلك لإرتفاع جودة الألواح المنتجة من البلاطات ويتطلب تجهيز وإعداد الخامات للدرفلة سلامة الكتلة المراد درفلتها من العيوب الداخلية لان أي من العيوب تؤثر علي جودة المنتج النهائي ، فيجب أن تكون خالية من العيوب.

لسلامة الكتل المراد درفلتها يجب خلوها من الأتى :-

١- عدم تجانس البنية :-

هو توزيع غير منتظم لبعض المكونات أو الشوائب ينشأ أثناء تجهيز الكتلة ويؤدي إلي ما يسمي بالإنعزال .

٢- المتضمنات :-

وهي جسيمات من الأكاسيد و السيلكات و الكبريتات والمواد الحرارية يشتمل عليها المعدن وقد تنتشر المتضمنات علي سطح المعدن .

٣- الفجوات الغازية :-

هي فجوات تتكون عادة من إنحباس و إنحصار فقاقيع غازية تكونت أثناء تجمد المعدن وقد تمنع هذه الفجوات تلاحم البنية وخاصة أثناء الدرفلة علي البارد .

٤- الشروخ الشعرية :-

وهي تصدعات داخلية في المعدن بسبب الإجهادات التي يحتمل حدوثها من عوامل متعددة مثل المتغيرات الناشئة عن التحولات الميتالوجية أثناء تبريد المعدن .

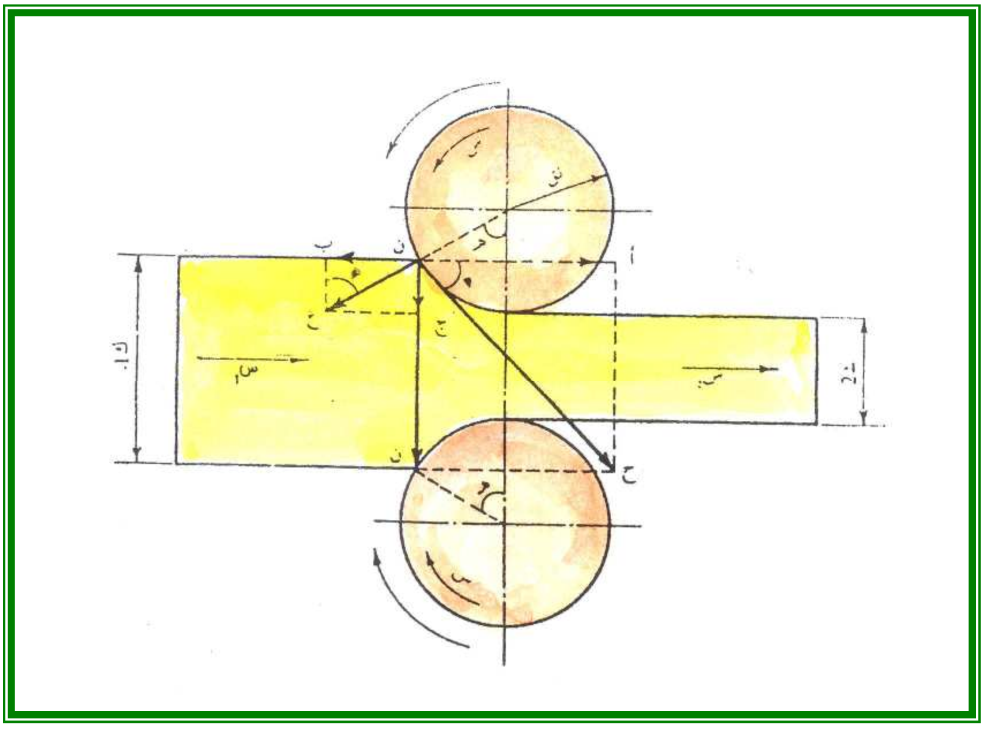
٥- الفجوات الأنبوبية :-

وهي فجوة محور الكتلة تنتج عن الإنكماش الفجائي لكتلة المعدن أثناء تجمدها و تمنع تلاحم بنية المعدن أثناء عمليات الدرفلة .

٦- التفصم الطبيعي :-

إنفصال المعدن إلي طبقتين أو أكثر بسبب عدم تواصل البنية ويؤدي إلي تشققات طبقية في الكتلة المدرفلة .

تحليل تأثير قوة عصر الدرافيل على الخامة



شكل رقم { ٣-٣ }

القوة المؤثرة على الخامة فى عملية الدرفلة

الزاوية (هـ) – زاوية الدرفلة (زاوية عصر الدرافيل للمعدن)

قطر الدرافيل = ق = ٢ × نق

ومن الشكل نحصل علي :-

$$\text{جتا هـ} = \frac{\text{نق} - \frac{\text{ر}}{2}}{\text{نق}}$$

$$= 1 - \frac{\text{ر}}{2 \times \text{نق}} = 1 - \frac{\text{ك}1 \times \text{ك}2}{\text{ق}}$$

حيث أن :-

الإنعصار = ر = (ك ١ - ك ٢)

والآن :-

عند نقطة (ن) حيث تتلامس الخامة مع الدرافيل ينشأ :

قوة عمودية (ع) : وقوة الإحتكاك (ح) وبتحليل هاتين القوتين إلي مركباتها الأفقية والعمودية نحصل علي القوي الأتية :-

القوة (ن ب) = ع × جتا (هـ) ، القوة (ن ج) = ع × جتا (هـ)

القوة (ن أ) = ح × جتا (هـ) ، القوة (ن د) = ح × جتا (هـ)

القوتان (ن ج) ، (ن د) المؤثرتان في المستوي الأفقي تعملان علي تشكيل المعدن .

القوتان المتضادتان (ن ب) ، (ن أ) اللتان تعملان علي خط عمل واحد ولكن في إتجاهين متضادين فإنهما تعملان علي دفع الخامة إلي الأمام إذا تحقق الشرط الأتي :-

القوة (ن أ) يجب أن تكون أكبر من القوة (ن ب) ، أي أن :-

القوة (ن أ) > القوة (ن ب)

أي أن :- ح × جتا (هـ) > ع × جتا (هـ)

ولكن من القوانين نعلم أن :-

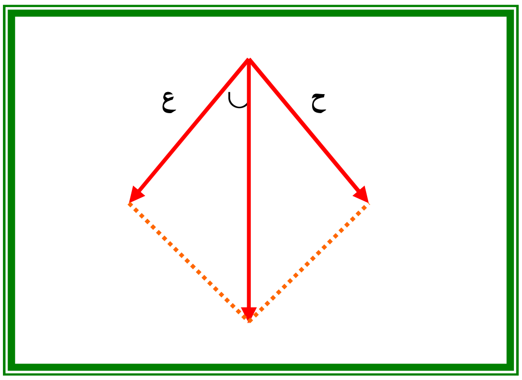
قوة الإحتكاك (ح) = معامل الإحتكاك (م) × القوة العمودية (ع)

__أي أن :-__

ح = م × ع

وبالتعويض عن (ح) بقيمتها نحصل علي :-

م × ع جتا (هـ) > ع × جتا (هـ)



شكل رقم { ٣-٤ }

__أي أن__ :- م > ظا (هـ)

ولكن : م = معامل الإحتكاك = ظا (و)

__حيث أن__ :- ظا (و) > ظا (هـ)

أي أن زاوية (و) > زاوية (هـ)

وعلي هذا الأساس ، لكي تجرى عملية الدرفلة ، يجب أن تكون زاوية الدرفلة (هـ)

أصغر من زاوية الإحتكاك (و) وهذا هو شرط رئيسي لعملية الدرفلة .

وكذلك من الشكل الموضح ، لقد أثبت نظرياً وعملياً أن :-

س١ < س < س٢

حيث أن :-

س١ = سرعة الخامة عند دخول الدرافيل .
س٢ = سرعة الخامة عند الخروج من الدرافيل .
س = السرعة المحيطية للدارفيل .

وكذلك الانزلاق الأمامي = ز = $\frac{س2 - س}{س}$ **× ١٠٠**

العناصر الأساسية في عملية الدرفلة { لاحظ الشكل رقم ٣-١ }

١- الإنعصار :-

هو الفرق بين سمك الخامة قبل الدرفلة وسمكها بعد الدرفلة .

أي أن :- ر = (ك ١ - ك ٢) مم .

حيث أن :-
ر = الإنعصار .
ك ١ = سمك الخامة قبل الدرفلة .
ك ٢ = سمك الخامة بعد الدرفلة .

نسبة الإنعصار = $\frac{\text{الإنعصار}}{\text{سمك الخامة قبل الدرفلة}}$ **=** $\frac{ك١ - ك٢}{ك١}$ **× ١٠٠**

$$= \frac{ر}{ك١} \times ١٠٠$$

٢- الإستعراض :-

هو الفرق بين عرض الخامة بعد الدرفلة وعرضها قبل الدرفلة .

***أي أن* : ض = (ض٢ - ض١) مم .**

***حيث أن* :-**

ض = الإستعراض .
ض١ = عرض الخامة قبل الدرفلة .
ض٢ = عرض الخامة بعد الدرفلة .

٣- الإستطالة :-

هي الفرق بين طول الخامة قبل الدرفلة وطولها بعد الدرفلة .

***أي أن* :- ل = (ل ٢ - ل ١) مم .**

***حيث أن* :-**

ل = الإستطالة .
ل١ = طول الخامة قبل الدرفلة .
ل٢ = طول الخامة بعد الدرفلة .

$$\text{معامل الإستطالة} = م(ل) = \frac{\text{طول الخامة بعد الدرفلة}}{\text{طول الخامة قبل الدرفلة}} = \frac{ل٢}{ل١}$$

بما أن حجم الخامة بعد عملية الدرفلة يساوي حجم الخامة قبل عملية الدرفلة .

ح٢ = ح١

***حيث أن* :-**

ح١ = حجم الخامة قبل الدرفلة = ل ١ × ض ١ × ك ١

ح٢ = حجم الخامة بعد الدرفلة = ل٢ × ض٢ × ك٢

ل٢ × ض٢ × ك٢ = ل١ × ض١ × ك١

$$م (ل) = \frac{ل2}{ل1} = \frac{ض1 \times ك1}{ض \times ك2} = \frac{س1}{س2}$$

حيث أن :-

س١ = مساحة مقطع الخامة قبل عملية الدرفلة .

س٢ = مساحة مقطع الخامة بعد عملية الدرفلة .

وهذا يعني أن مقدار الزيادة في طول الخامة بعد عملية الدرفلة يتناسب تناسباً طردياً مع النقصان في مساحة مقطع الخام .

٣-٢ طرق درفلة الألواح لتقليل السمك

لإنتاج الألواح من كتل علي ماكينات الدرافيل يلزم أن تمر الكتل بعمليات تجهيز قبل الدرفلة ويتم ذلك كالأتي :-

المعاملة الحرارية للكتل الصلب قبل الدرفلة .

يجب إجراء المعاملة الحرارية { التسخين } لكتل الصلب قبل إجراء عملية الدرفلة لكي يسهل تشكيلها وكذلك اقتصاد استهلاك الطاقة في عملية السحب المستخدمة .

ويتم ذلك داخل أفران خاصة ، بتسخن كتل الصلب المراد درفلتها إلي ألواح في فرن غاطس{حفرة} حتى درجة حرارة تناسب الدلفنة وهي تتراوح بين ١٢٠٠° إلي ١٣٠٠° م

وهناك عدة عوامل تدخل في الإعتبار عند تحديد درجة الحرارة القصوي المسموح بها في التسخين أهمها :-

- **أن التسخين لأعلي درجة حرارة ممكنة يخفض بدرجة كبيرة من مقاومة الصلب للتشكيل ، أي تتناسب درجة الحرارة للتسخين تناسباً عكسياً من المقاومة لصلب التشكيل .**
- **تعمل درجات الحرارة العالية علي النمو الزائد للحبيبات .**
- **التسخين المفرط يؤدي إلي تلف الصلب { احتراقه } وارتفاع نسبة الأوكسيد علي السطح**

الإعتبارات التي يجب إتباعها في عملية الدرفلة على الساخن

١ - درجة الحرارة :-

تتناسب تناسباً عكسياً مع الضغط - فكلما زادت درجة حرارة المعدن يقل الضغط الذي يقع من المعدن المدرفل علي الدرافيل .

٢ - تخانة المعدن المدرفل :-

تتناسب تناسباً عكسياً مع الضغط - فكلما قل تخانة المعدن المدرفل زاد الضغط الكلي .

٣ - قطر الدرافيل :-

يتناسب تناسباً طردياً مع الضغط - فكلما كبر قطر الدرافيل زاد الضغط الكلي للمعدن علي الدرافيل .

٤ - الخواص الكيمائية للصلب :-

تتناسب نسبة الكربون في الصلب تناسباً طردياً مع الضغط – زيادة نسبة الكربون في الصلب تؤدي إلي زيادة ضغط المعدن علي الدرافيل .

٥ - سرعة الدرفلة :-

تتناسب سرعة الدرفلة تناسباً طردياً مع الضغط - فكلما زادة سرعة الدرفلة يزداد الضغط الكلي الواقع من المعدن علي الدرافيل .

إعتبارات الجودة للألواح المدرفلة علي الساخن :-

يراعي في المتابعة والجودة علي سطح الألواح المدرفلة علي الساخن .

١ - أن يكون سطحها أملساً نظيفاً .

٢ - أن يكون خالياً من الأكاسيد القشرية والفقاعات الغازية والشروخ .

٣ - أن يكون خالياً من النقر والخدوش .

قص الألواح

تقص حواف الألواح بعد عملية الدرفلة إلي المقاسات القياسية وكذلك قص الألواح إلي شرائح بمقصات دائرية .

الخطوات العملية :-

١ - يتم ضبط المقصات الدائرية علي الأبعاد المطلوبة .

٢ - يتم ضبط المسافة بين حدي القطع حسب التخانة المطلوب قصها .

٣ - يتم القص وذلك بالتأكد من حدي القص في مستوي رأسي واحد .

وفي حالة قص الألواح لتهذيب الحواف فقط يستخدم مقصان دائريان بينهما مسافة عرض اللوح المطلوب .

وفي حالة قص الألواح إلي شرائط يستخدم عدة مقصات بينهم المسافات تماثل عرض الشرائط المطلوب إنتاجها وبعد عملية القص نحصل علي شرائط نتيجة لتشقق الألواح طولياً إلي شرائط مطابقة للمطلوب .

الإعداد والتجهيز قبل الدرفلة علي البارد

يتم إعداد وتجهيز لفائف الشرائط المدرفلة علي الساخن لإزالة الأكاسيد من علي السطح لإنتاج صاج ذو سطح نظيف وخاصة الشرائط المعدة للجلفنة أو القصدرة .

ويتم إزالة الأكاسيد بالطريقة الأتية :-

عملية التخليل :-

تتم عملية التخليل بوضع الصاج المصنوع من الصلب الكربوني في أحواض تحتوي علي حمض الكبريتيك { ٢٠ – ٢٢ ٪ } حيث يتفاعل الأكسيد مع الحامض ويذوب جزء من الأكسيد ويترسب الباقي في قاع الحوض .

ويتولد من التفاعل الهيدروجين الذي ينتج من تفاعل الحامض مع الحديد النقي الموجود في الأكسيد حيث يتولد بشدة ويؤدي إلي تفكك طبقة الأكسيد من سطح المعدن .

وللحصول علي أفضل النتائج ولزيادة سرعة معدلات التخليل يتم تسخين محلول حامض الكبريتيك .

بعد ذلك يمر المعدن في أحواض الغسيل ، ثم التجفيف بالهواء الساخن .

عمليات الدرفلة علي البارد :-

يتم إنتاج معظم الصاج المدرفل علي البارد بتخانة من { ٠.٥مم - ٢ مم } وتتم الدرفلة بالعمليات الأتية :

١- تخليل المعدن المدرفل علي الساخن في محلول حامض الكبريتيك لإزالة الأكاسيد من سطح المعدن .

٢- عملية الدرفلة علي البارد .

٣- التخمير :- نتيجة لدرفلة الصاج علي البارد فإنه يتصلد ولإزالة التصلد يتم معالجة الصاج حرارياً بتخميره في درجة حرارة { ٦٥٠ ْ- ٧١٠ ْم } للحصول علي الخواص الميكانيكية المطلوبة للتشغيل .

٤- درفلة التسوية :- وهي عملية الدرفلة النهائية وهي درفلة السطح علي البارد بمقدار بسيط حيث يكتسب سطح المعدن زيادة في المتانة دون التأثير علي لدونته .

<u>الصفات الإعتبارية للصاج المسحوب علي البارد</u>

١- ذات سطح أملس من الداخل والخارج .

٢- سهل التشكيل والكبس .

٣- ذات مقاومة للشد ويقبل الطي والكبس .

٤- سهل القص والتفريغ .

٥- متجانس السمك .

٦- قابلية الطرق والسحب بدرجة متوسطة .

٧- يقبل الطلاء و الدهان و القصدرة و الجلفنة .

<u>إنتاج ألواح الصلب الغير قابل للصدأ</u>

يتم إنتاج ألواح الصلب الغير قابل للصدأ من كتل الصلب الغير قابل للصدأ بعملية الدرفلة وتتلخص الطريقة الأساسية في الأتي :-

١- <u>إضافة عنصر الكروم :-</u>

تتلخص هذه الطريقة في إضافة عنصر الكروم إلي الصلب بنسبة { ١٥ – ١٧ ٪ } وبذلك يصبح الصلب مقاوماً لتكوين القشور الأكسيدية حتى {٩٠٠ – ١٠٠ ْم } ويظل الصلب مقاوم لتكوين القشور الأكسيدية حتى { ١١٠٠ ْم } عندما يصل الكروم إلي ٢٥٪ وتعتمد مقاومة تكوين الصدأ علي التركيب الكيمائي .

<u>تأثير نسب الكروم المضاف :-</u>

- عند إضافة نسبة الكروم من { ١٢ – ١٣ ٪ } تجعل مقاومة الصدأ في الهواء وماء البحر والماء العذب وفي بعض الأحماض .

- عند زيادة نسبة الكروم عن ١٥ ٪ لا يكتسب الصلب صموداً ضد الصدأ في الأوساط المؤكسدة وكذلك حمض النيترك .
- كما تزداد مقاومة ألواح الصلب للصدأ بأجراء المعاملات الحرارية وصقل السطح .

٢- ألواح الصلب الغير قابل للصدأ بالقصدرة – الجلفنة :-

- يتم إنتاج الصاج الرقيق { الصفيح } بالدرفلة علي البارد .
- يتم تخليله بالطريقة السابقة .
- عملية التخمير .
- عملية القصدرة .

خطوات إجراء القصدرة :-

يتم إجراء القصدرة بطريقتين هما : -

١- القصدرة بالتغطيس علي الساخن .

٢- القصدرة الإلكتروليتية .

القصدرة بالتغطيس على الساخن

الخطوات العملية :-

١- التخليل الإلكترولتي ويتم ذلك بإمرار الصاج في حوض بين أقطاب موضوعة علي جانبي الألواح مع استخدام محلول حامض الإيدروكلوريك { ٠.٥ - ١.٥ ٪ } مع إمرار تيار مستمر في الإلكتروليت ويتم نقل و إمرار ألواح الصاج في حوض التخليل بين بكرات ضاغطة مغطاة بالمطاط .

٢- بعد التأكد من أتمام عملية التخليل يتم غسل ألواح الصاج جيداً بواسطة فرش لإزالة الحامض .

٣- عملية القصدرة تنقل الأشرطة إلي ماكينة القصدرة ويتم تغطية الشرائط بطبقة من مساعد الصهر { محلول مائي من كلوريد الزنك المسخن حتى ٢٧٠° م } ويقوم مساعد الصهر بطرد الرطوبة والأكسيد والمواد الغريبة من علي سطح الصاج .

٤- يتم بعد ذلك تمرير الشرائط في القصدير المنصهر في درجة حرارة {٢٨٠° - ٣٣٠° م } ويتم توزيع طبقة القصدير بالتساوي علي السطح ويتم التبريد بالهواء المضغوط – وبذلك تتخمر طبقة القصدير .

٥- مرحلة الغسيل - يتم بعد ذلك غسيل الشرائط حيث يعامل بمحلول ساخن من الصودا ثم يتم التجفيف بإستخدام فرشاة دواره من القماش .

القصدرة الإلكتروليتية

وتمتاز هذه الطريقة أكثر إنتظام لطبقة القصدرة وكذلك دقة ورقة الطبقة المغطاة مما يؤدي إلي وفر في إستهلاك القصدير قد يصل إلي ٥٠ ٪ فأكثر .

الخطوات العملية :-

١- إجراء عملية التخليل في الإلكتروليت للصاج .

٢- يدخل الصاج في حوض القصدرة الإلكتروليتي والذي يحتوي علي محلول كبريتات القصدير وحامض الكبريتيك ومواد مساعدة للحصول علي طلاء منتظم .

٣- يوضع علي جانبي الشرائط ألواح الأنود .

٤- يتم إدخال الشريط في حمام الإلكتروليت .

٥- يتم الغسيل بالماء ويجفف بالهواء المضغوط الساخن .

٦- يدخل الشريط في وحدة الإنسياب الإنصهاري فتنساب علي سطح الشريط طبقة القصدير والتبريد السريع للطبقة المغلفة التي إنصهرت مما يكسب القصدير لمعاناً نهائياً .

٧- يغسل الشريط ويغلف بطبقة من الزيت لحماية الغلاف الرقيق من القصدير .

الجلفنة

الجلفنة :-

هي تغليف الصاج بطبقة رقيقة من الزنك بغرض زيادة مقاومة الصدأ ومقاومة العوامل الجوية – وتتم عملية الجلفنة بمثل عملية القصدرة بطريقتين هما :-

١- عملية الجلفنة علي الساخن .

٢- عملية الجلفنة الكهربائية { الإلكتروليتية }

٣-٣ خطوات عملية سحب الأسلاك لتقليل السمك

تتم عملية الدرفلة لسحب الأسلاك لتقليل السمك { القطر } كالأتى :-

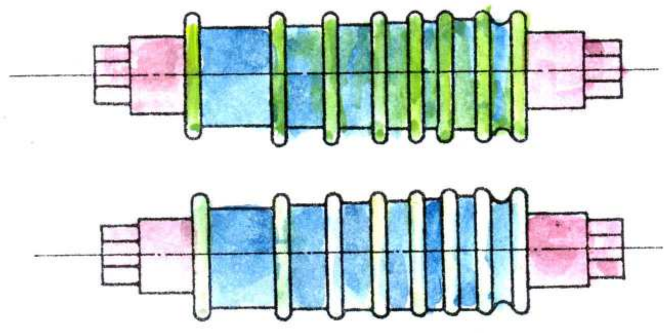
١- يتم درفلة الكتل إلي مقاطع متدرجة الشكل إلي أن نصل إلي قطر السلك وذلك تشكل كتلة مربعة مقاس { ١٠٠ × ١٠٠ مم } إلي أسياخ مستديرة المقطع بقطر ٣٠ مم وتتم عملية الدرفلة علي عشرة مراحل .

٢- يتم تحويل الكتلة المربعة إلي شكل بيضاوي ثم إلي شكل مربع ثم إلي شكل بيضاوي وهكذا مع تقليل في مساحة المقطع في كل مرحلة – حتى يتم الشكل النهائي للأسياخ بالقطر المطلوب .

٣- يتم سحب الأسلاك علي درافيل خاصة تسمي درافيل ذات المجاري وتتميز عن الدرافيل الملساء بوجود مجاري خاصة علي سطحها – ويسمي الخلوص بين المجرتين المقابلتين للدرافيل بالعيار .

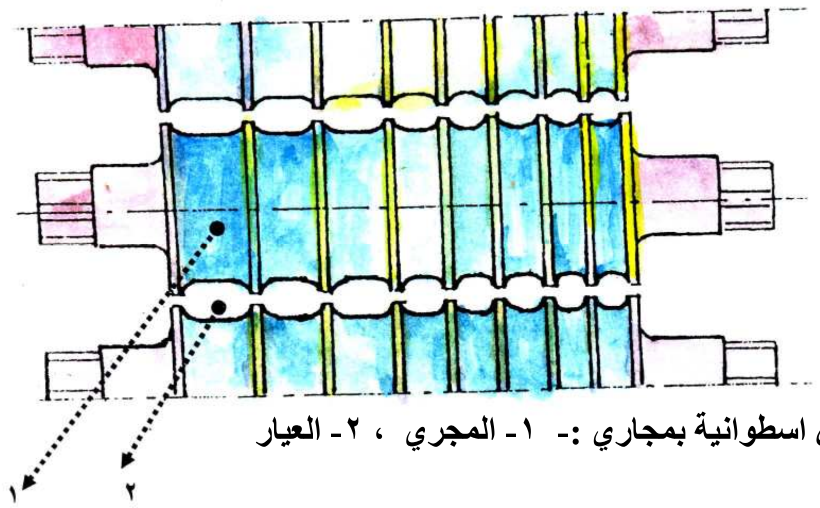
ولكل زوج من الدرافيل ذات المجاري عدد من العيارات تنقسم حسب إستعمالتها إلي عيارات مدلفنة حسب عدد الدرافيل إلي ثنائية الدرافيل أو ثلاثية الدرافيل حسب التدرج المطلوب لمساحة مقطع السلك .

بعض أنواع الدرافيل



درافيل بمجاري

شكل رقم { ٣-٥ }



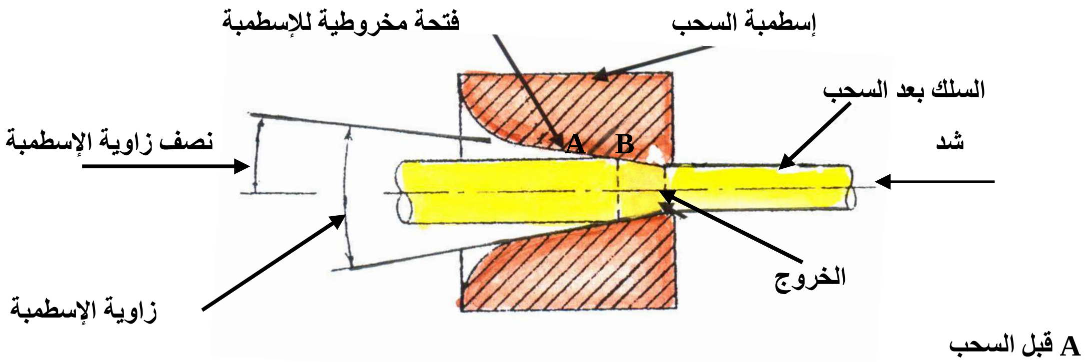
دلافين اسطوانية بمجاري :- ١- المجري ، ٢- العيار

شكل رقم { ٣-٦ }

سحب الأسلاك { Wire Drawing }

سحب الأسلاك هو عملية تشكيل لدن للمعادن وتكون علي البارد ، ويتم بواسطتها تخفيض قطر ومساحة مقطع السلك ، وتجري بشد السلك من داخل إسطمبة ذات فتحة دائرية بقطر السلك المطلوب ، كما هو موضح بالشكل رقم { ٣-٧ } ويكون تخفيض مقطع السلك نتيجة لإستخدام

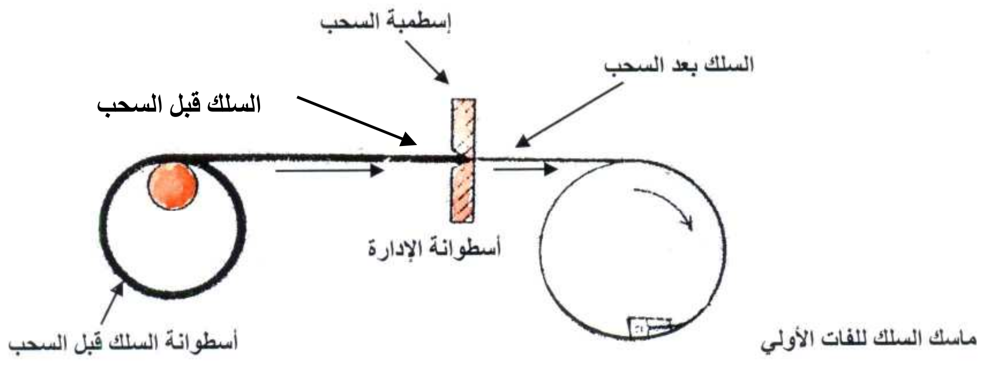
إسطمبة ذات مقطع داخلي مسلوب – متناقص تدريجياً ، حيث تتم عملية التشكيل في الجزء المسلوب من الإسطمبة .



عملية سحب الأسلاك

شكل رقم { ٣-٧ }

وتبدأ عملية سحب الأسلاك بأخذ طرف السلك المطلوب تخفيض مقطعه من لفة أسطوانة السلك قبل السحب ، ثم يدبب هذا الطرف ، ويتم مروره داخل الإسطمبة ، ثم يثبت في اسطوانة السحب التي يتم دورانها ، فتتم عملية السحب للسلك كما هو موضح بالشكل رقم { ٣-٨ }



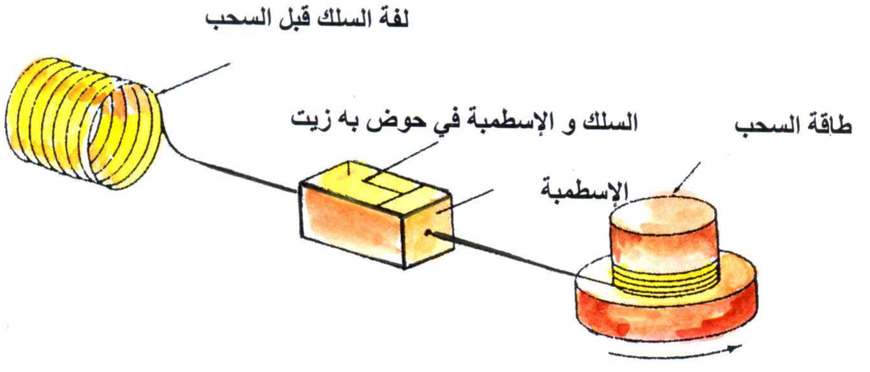
التجهيزات الرئيسية لعملية سحب الأسلاك

شكل رقم { ٣-٨ }

ويمكن بواسطة عملية سحب الأسلاك الحصول علي أسلاك دقيقة بأقطار يمكن أن تصل كحد أدني إلي ٠.٠٠٢ مم ، وذلك من أسلاك بأقطار تصل بحد أقصي إلي ٨ مم قبل السحب ، كما أنه ممكن سحب القضبان الدائرية المقطع بقطر ١٠٠ مم ، والمقاطع التي علي شكل مربع ومسدس ومثمن وغيرها ، وفي حالة التخفيض الكبير في مساحة مقطع السلك يمكن أن يتم التخفيض علي

عدد من المراحل المتتالية ، بحيث يمر السلك في عدة إسطمبات يتم فيها تخفيض نسبة من مساحة مقطع السلك .

وممكن سحب الأسلاك من خامات الألومنيوم والنحاس والصلب وغيرها ، ولتفادي الإحتكاك الكبير بين السلك و الإسطمبة و تآكلها ، فإنه يتم وضع السلك و الإسطمبة بأكملهما في حوض به سائل للتزييت ، أو مرور السلك في حوض به خليط للتشحيم علي شكل بودرة وتغطي السلك بطبقة منه قبل مروره في الإسطمبة كما هو موضح بالشكل رقم { ٣-٩ }



غمس السلك و الإسطمبة في حوض من الزيت للتشحيم أثناء السحب

شكل رقم { ٣-٩ }

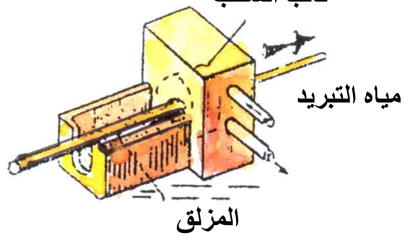
ونتيجة لعملية التشكيل علي البارد للسلك أثناء عملية السحب ، وفي حالة إذا كان التخفيض كبير في مساحة المقطع ، فإن السلك يتصلد لدرجة مرتفعة مما يؤدي إلي كسره ولتفادي ذلك يتم عمل معالجة حرارية تخمير للسلك بين مراحل السحب المتتالية .

ويجب أن تكون المواد التي تصنع منها إسطمبات سحب الأسلاك مقاومة للحرارة والتآكل ، وحسب حالات الإستخدام ممكن أن تصنع الإسطمبات من سبائك الصلب أو كربيد التنجستين أو الماس ، كما إنه ممكن عمل نظام لدورة لتبريد الإسطمبات بالمياه أثناء عملية سحب الأسلاك .

<u>خطوات تصنع الأسلاك من الصلب :-</u>

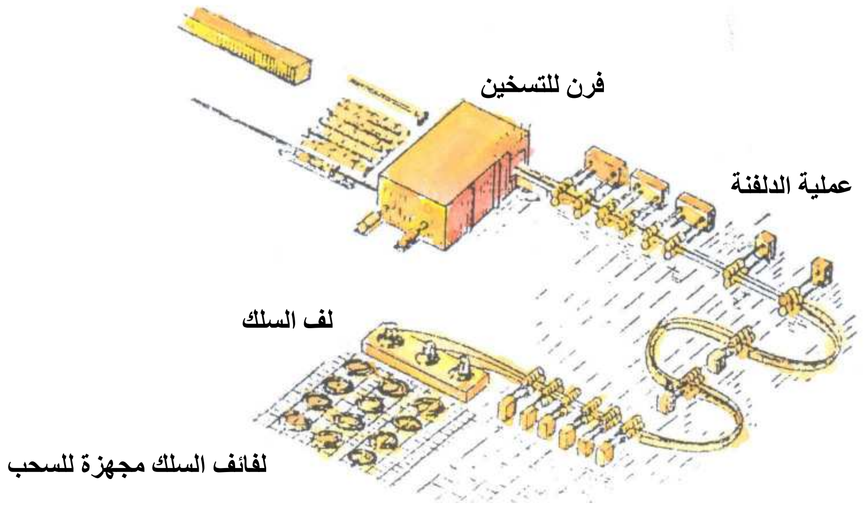
لتصنع الأسلاك من الصلب يتم تسخين كتل الصلب في فرن التسخين ، ثم تجري عملية التشكيل للكتل بالدرفلة علي عدد من مجموعات الدرافيل ، حتى يتم الحصول علي أسياخ بقطر حوالي ٥ مم ، ثم يتم معالجتها حرارياً بالتخمير ، وتنظيفها من قشور الأكاسيد ويدبب طرف

السيخ ، ويمرر بالتوالي داخل إسطمبات سحب الأسلاك ، ويتم استخدام قوة الشد اللازمة لعملية السحب حسب الأقطار المطلوبة ، كما هو موضح بالشكل رقم { ٣-١٠ } .



عملية تغطية السلك بمادة التشحيم قبل مروره في الإسطمبة وتبريد الإسطمبة بالمياه

شكل رقم { ٣-١٠ }



شكل رقم { ٣-١١ }

تدريبات علي الباب الثالث

س١ عرف عملية الدرفلة ، ثم وضح نظرية الدرفلة ؟

س٢ اشرح بإختصار كيفية إنتاج الألواح من كتل على ماكينات الدرفلة ٠

س٣ عدد خمسة من العيوب التي تؤثر على سلامة الكتل المدرفلة ٠

س٤ بين بإختصار تحليل تأثير قوة عصر الدرافيل على المعدن المدرفل ٠

س٥ وضح تأثير المعاملة الحرارية لكتل الصلب قبل عملية الدرفلة ٠

س٦ بين الاعتبارات التى يجب إتباعها أثناء عملية الدرفلة على الساخن ٠

س٧ وضح الخطوات العملية المتبعة في قص الألواح بعد الدرفلة ٠

س٨ عدد الصفات الإعتبارية للصاج المسحوب على البارد ٠

س٩ بين الخطوات المتبعة في عمليات الدرفلة على البارد ٠

س١٠ عدد الخطوات المتبعة في سحب الأسلاك لتقليل السمك ٠

<u>س١١ أختار من المجموعة (ب) ما يناسبها من المجموعة (أ)</u>

المجموعة (أ)	المجموعة (ب)
- الفجوات الغازية	- هي فجوات بطول محور الكتلة
- الفجوات الأنبوبية	- هي فجوات تتكون عادة من إنحباس فقاقيع غازية
- عدم تجانس البنية	- هي جسيمات من الأكاسيد و السيليكات
- المتضمنات	- هو توزيع منتظم لبعض المكونات أو الشوائب
- التفصم الطبيعي	- انفصال المعدن إلى طبقتين أو أكثر
	- تظهر على هيئة خطوط بعرض كتلة المعدن

الباب الرابع

التشكيل بالبثق

١/٤- أنواع البثق (بثق مباشر – بثق غير مباشر) ٠

٢/٤- إنتاج المواسير الغير ملحومة بالبثق الغير مباشر ٠

٣/٤- إنتاج القطاعات المعدنية بالبثق المباشر ٠

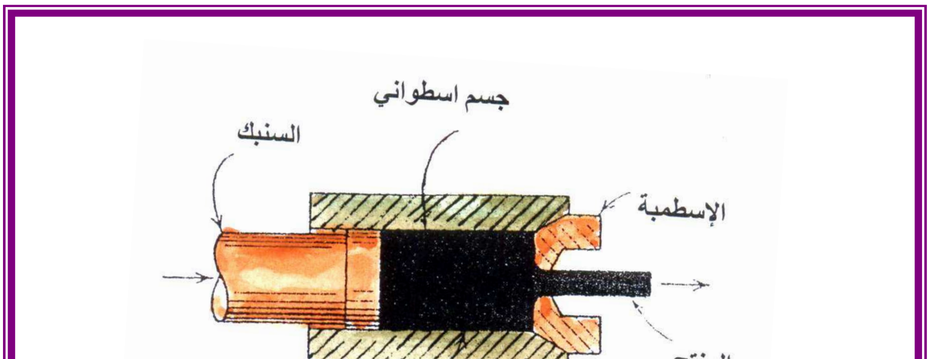
البثق { Extrusion }

البثق هو عملية تشكيل لدن للمعادن ، وتتم بإستخدام ضغط كبير علي الخامة ، مما يؤدي إلي تشكيل وخروج – بثق – المعدن من الإسطمبة التي بها فتحة تحدد شكل مقطع المنتج المطلوب ، كما هو موضح في الشكل رقم { ٤-١ } .

وممكن تشبيه عملية البثق بما يتم عند رفع غطاء فتحة أنبوبة معجون الأسنان ، ثم الضغط علي الأنبوبة ، مما يؤدي إلي خروج – بثق - المعجون منها .

وعادة تكون خامة المعدن الذي تتم عليها عملية البثق أسطوانية الشكل ، وتوضع في أسطوانة ذات جدار قوي ليتحمل الضغوط الكبيرة المستخدمة ، ويتم الضغط عل الخامة من خلال كباس ، وممكن الحصول علي الضغوط المطلوبة هيدروليكياً وميكانيكياً .

ويستخدم البثق في إنتاج الأعمدة والقضبان والمواسير والمقاطع المختلفة ، من خامات الألومنيوم والنحاس والزنك والرصاص والصلب وسبائكها وغيرها . وتمتاز منتجات عملية البثق بالدقة في الأبعاد ، كما إنها ذات نعومة سطح جيدة في حالة البثق علي البارد ، بالإضافة إلي عدم الحاجة في كثير من الحالات إلي عمليات تشغيل لاحقة .



شكل رقم { ٤-١ }

٤-١ أنواع البثق { بثق مباشر – بثق غير مباشر }

أولاً :- إعداد وتجهيز معدات وأدوات التشكيل بالبثق .

١- المكابس :-

تتم عملية البثق بواسطة المكابس وتتطلب قوة دفع لإتمام عملية البثق وترتبط قوة الدفع بظروف التشكيل من سرعة وقوة البثق وكذلك أنواع وأبعاد المنتجات وقد حظيت المكابس الهيدروليكية بأوسع انتشار ، وهذا النوع يتميز بالقدرة علي إعطاء قوي كبيرة مع بساطة وسهولة في التشغيل و إمكانية في التحكم .

وتصميم المكابس الهيدروليكية بحيث يكون قرص المكبس إما أفقياً أو رأسياً ، ويراعي في تصميم المكابس كيفية أتمام عدة عمليات أثناء عملية البثق منها : إدخال المعدن في فرن التسخين وإخراجه ونقله إلي المكبس وإدخاله في وعاء المكبس ولذلك من أهم مميزات المكابس الحالية أن تحتوي علي تحكم في التشغيل الميكانيكي و الأوتوماتيكي مع التحكم المبرمج في أتمام عملية البثق من تسخين المعدن .

٢- مواصفات خامة أداة التشكيل :-

تصنع أداة التشكيل بالبثق من الصلب السبائكي العالي الجودة وكذلك بعض أنواع أداة التشكيل أو عناصرها ويجب أن تكون مقاومة لدرجات الحرارة المرتفعة ، ويجب أن تكون أدوات التشكيل ذات تشطيب عالي .

٣- سرعة الكبس { سرعة السريان }

تؤثر تأثيراً محدداً علي مقاومة المعدن للتشكيل وعلي القوة الكلية للتشكيل وبتغيير سرعة التشكيل بالبثق يمكن الحصول علي أنواع مختلفة من سريان المعدن الذي يؤدي إلي الحصول علي نتائج مختلفة للتشكيل بالبثق وبالتالي فأن سرعة التشكيل بالبثق يمكن أن تؤثر تأثيراً محدداً علي جودة منتج التشكيل .

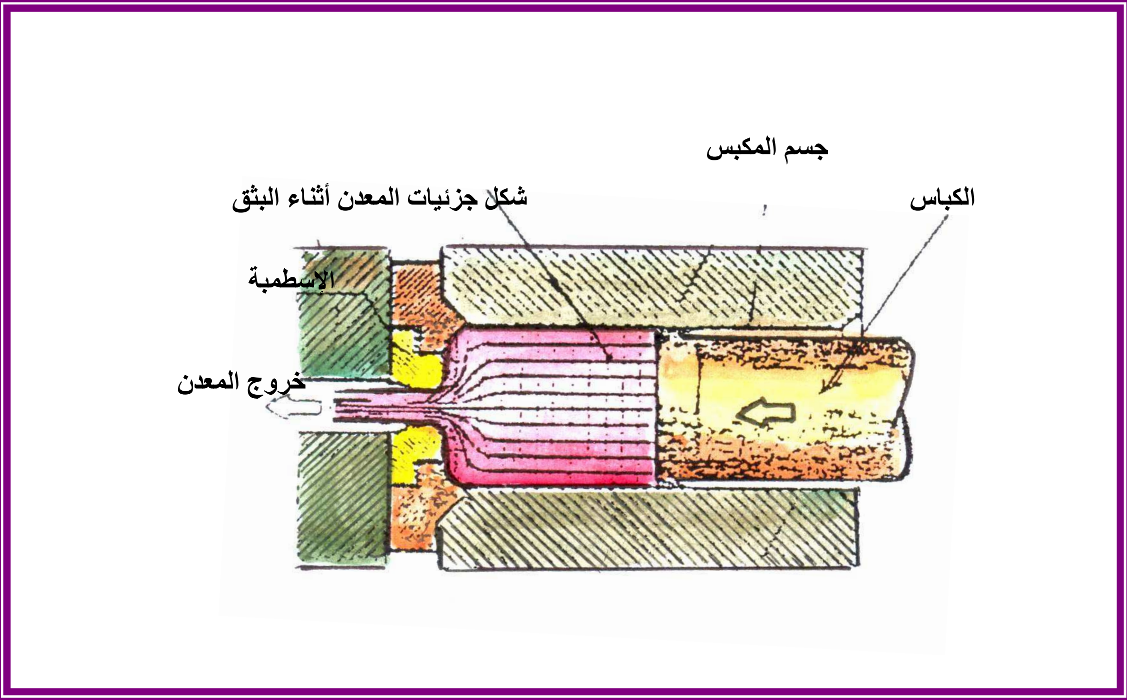
{ عادة تُكبس المعادن والسبائك ذات اللدونة الأعلى بسرعات أكبر }

ويؤثر عدم انتظام سريان المعدن إلي عدم تجانس الخواص الميكانيكية علي المنتج الجاهز .

كما يؤثر فرق درجة الحرارة بين جدار المكبس والصبة { المعدن المراد بثقه } تأثيراً كبيراً علي إنتظام سريان المعدن خلال فتحة الإسطمبة .

لذلك يجب المحافظة علي درجة الحرارة المتجانسة بين جدار المكبس والعينة ، فيجب قبل إجراء عملية التشكيل بالبثق تسخين أداة التشكيل حتى درجة حرارة ملائمة للصبة .

ويوضح الشكل رقم { ٤-٢ } مقطع في آلة البثق يبين سريان المعدن .



شكل رقم { ٤-٢ }

٤- <u>التشحيم :-</u>

التشحيم له دور هام في تقليل القوة المستهلكة للمكبس حيث يؤدي التشحيم إلي تقليل القوة اللازمة للتشكيل ومن جهة أخري فإن طبقة الشحم تقوم مقام الطبقة العازلة حرارياً وتحتفظ نسبياً بالحرارة للطبقة السطحية للصبة لتساعد علي انتظام سريان المعدن .

ومن جهة أخري فإن التشحيم يقلل من قوي الإحتكاك علي إمتداد قناة الإسطمبة ويقلل من إجهادات الشد .

من هنا نجد أن التشحيم يؤثر تأثيراً إيجابياً علي جودة أسطح المنتج .

<u>نوع الشحم المستخدم :-</u>

يستخدم الشحم حسب نوع المعدن أو السبائك المراد تشكيلها و الإستخدام الشائع للشحم هو الجرافيت الفضي اللون ناعم الحبيبات ، كما تستخدم زيوت الماكينات مضاف إليها الجرافيت .

وللحصول علي القوام المناسب وخاصة في الشحم الغليظ القوام تضاف القلفونية إلي زيت الماكينات .

الإعتبارات الأساسية لآلية البثق

آلية البثق :-

العوامل المؤثرة التي تؤثر في الانسياب اللدن وعلاقتها بشكل القالب ودرجة الحرارة والضغط وعوامل أخري هي الإعتبارات الأساسية لآلية البثق .

العوامل التى تتوقف عليها القوة المطلوبة للبثق :-

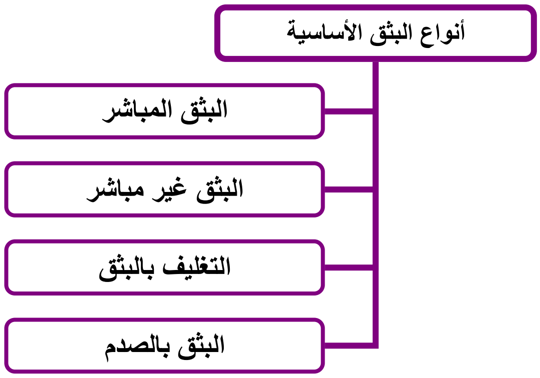
تتوقف القوة المطلوبة لبثق أي مقطع علي عديد من المتغيرات هي :-

١- الشكل المطلوب بثقه .
٢- مواصفات القالب .
٣- سمك المكبس .
٤- التزييت { التشحيم } المستخدم .
٥- مقدار التسرب الحراري { درجة التخفيض } .
٦- درجة حرارة عملية البثق .
٧- نوع المعدن وحالة اللدونة .

أنواع بثق المعادن

نظراً لما تحتاجه عملية البثق من قوة كبس لإنسياب المعدن داخل إسطمبة التشكيل فإن معظم المعادن تبثق علي الساخن تحت ظروف تكون فيها مقاومة المعدن للتشكيل منخفضة وملائمة ، كما تبثق علي البارد معادن مثل الرصاص والقصدير و الألومنيوم .

أنواع البثق الأساسية هى :-



أولاً :- البثق المباشر :-

البثق المباشر :-

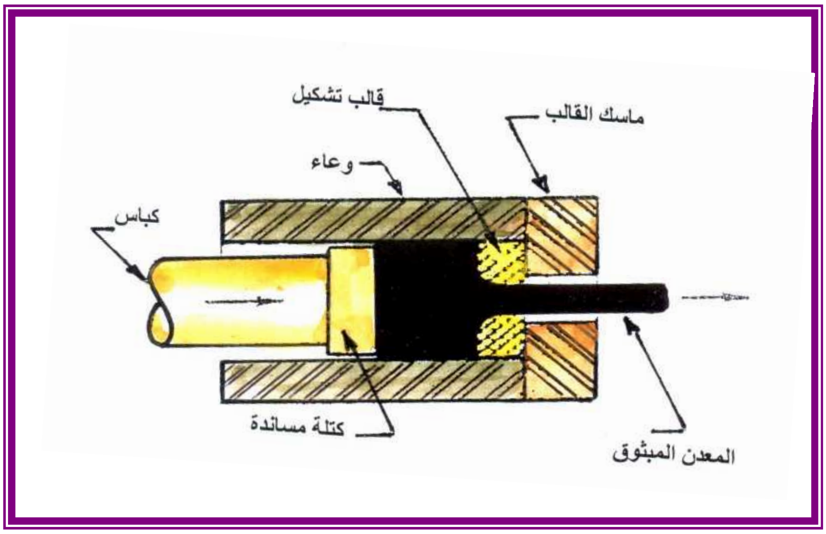
هو أسلوب من أساليب التشكيل بالبثق وفيه ينساب المعدن في نفس إتجاه حركة الكباس .

الخطوات العملية المتبعة فى التشكيل بالبثق المباشر :-

١- يوضع المعدن اللدن { الصبة } داخل المكبس .
٢- يدفع المعدن خلال قالب التشكيل بواسطة الكباس .
٣- يندفع المعدن خارج قالب التشكيل بواسطة الكباس .
٤- يستمر الدفع و البثق إلي أن يتبقى قرص رقيق من المعدن في فراغ المكبس وبذلك تتم عملية البثق المباشر .

إتجاه إنسياب المعدن :-

في هذا الأسلوب يكون إنسياب المعدن { إتجاه البثق } في نفس إتجاه حركة الكباس كما هو موضح بالشكل رقم { ٤-٣ }



شكل رقم { ٤-٣ }

الإعتبارات التى تحدث أثناء عملية التشكيل بالبثق :-

١- قوة الضغط :-

في بداية عملية التشكيل يتحرك الكباس تجاه الكتلة اللدنة مما يؤدي إلي إرتفاع الضغط إرتفاعاً سريعاً نتيجة لإنضغاط الكتلة اللدنة حتى يصل الضغط إلي الدرجة المناسبة المؤثرة لعملية الدفع وفي أثناء إنبثاق المعدن يتناقص تدريجياً .

٢- قوة الإحتكاك بين الكتلة المعدنية والجدار الداخلي للمكبس .

تتناقص قوة الإحتكاك بين الكتلة المعدنية وبين الجدار الداخلي للمكبس حتى الوصول إلي التخانة الرقيقة المتبقية { القرص } .

ثانياً :- البثق غير مباشر .

البثق غير مباشر :-

هو أسلوب من أساليب التشكيل بالبثق وفيه ينساب المعدن في إتجاه عكس إتجاه حركة الكباس

الخطوات العملية المتبعة فى التشكيل بالبثق غير مباشر :-

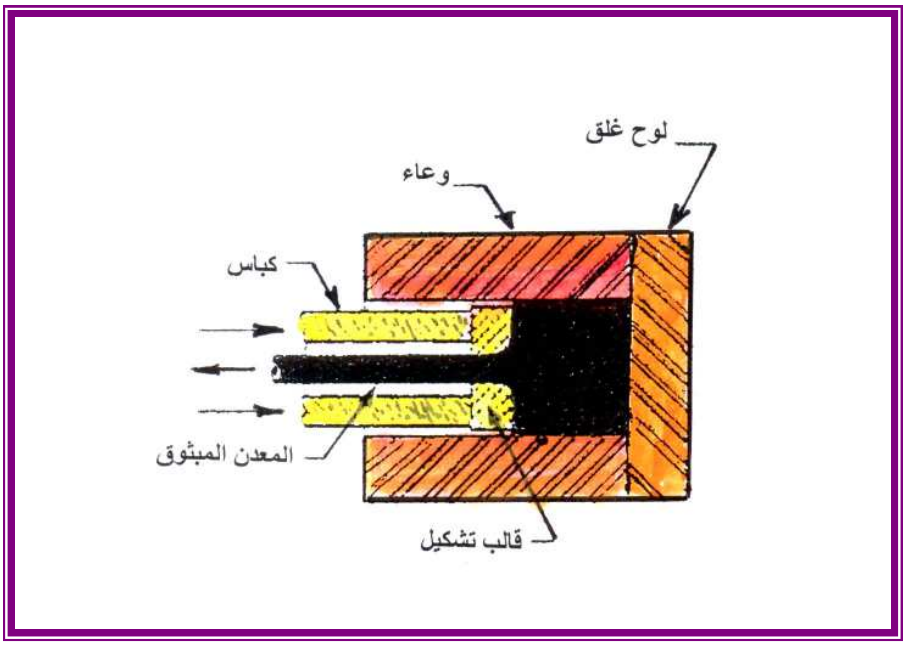
١- توضع الكتلة المعدنية اللدنة { الصبة } داخل المكبس بحيث تكون نهاية المكبس مغلقة .

٢- يدفع المعدن بالكباس ويستلزم إستخدام كباس مجوف يحمل في نهايته فتحة التجويف بمثابة قالب التشكيل .

٣- يندفع المعدن من خلال الفراغ الموجود في ذراع الكباس عكس حركة الكباس .

٤- ينساب المعدن من فراغ ذراع الكباس { الفوهة } فينبثق من الفوهة التي بها قالب التشكيل فنحصل علي المنتج المطلوب كما بالشكل رقم { ٤-٤ }

وفي هذا الأسلوب نحتاج إلي قوة ضغط محدودة .



شكل رقم { ٤-٤ }

ثالثاً :- التغليف بالبثق .

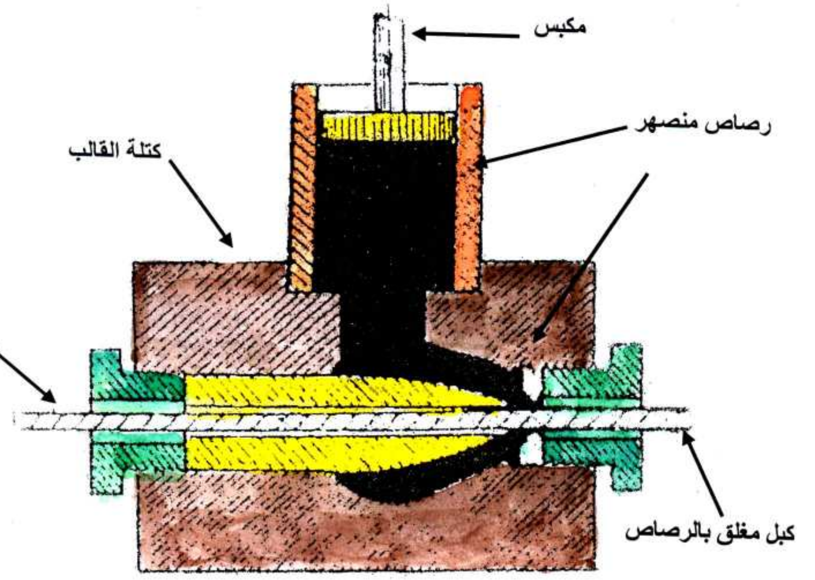
يستخدم هذا الأسلوب في تغليف الكبلات الكهربية بالرصاص كما يستخدم في تغليفها بمواد أخري مثل اللدائن { البلاستيك } .

الخطوات العملية المتبعة فى التغليف بالبثق :-

التغليف بالرصاص :-

يصب مصهور الرصاص في اسطوانة موجودة بأعلى كتلة قالب التشكيل ويسمح له بالتجمد تحت ضغط بسيط بواسطة كباس الاسطوانة وعند الوصول إلي درجة حرارة البثق الملائمة يقوم الكباس بدفع الرصاص حول الكبل فيكون تغليفاً منتظماً حوله .

وفي نهاية البثق يرتفع الكباس ويضاف مقدار جديد من الرصاص وتكرر العملية لتغليف طول جيد ويوضح الشكل رقم { ٤-٥ } مقطع في آلة البثق للتغليف .



مقطع يوضح تغليف الكبل بالرصاص بواسطة البق

شكل رقم { ٤-٥ }

رابعاً :- البثق بالصدم :-

تتم عملية التشكيل بهذا الأسلوب لتشكيل المعادن التي ذات إنسيابية لدنة وتتميز بإنسيابية ذات درجة عالية من اللدونة تكفي لتشكيلها وهي باردة دون الحاجة إلي تسخين قبل عملية البثق وينقسم هذا الأسلوب إلي طرقتين متميزتين في التشكيل البثق إلي أعلى و البثق إلي أسفل .

١- البثق إلي أعلى :-

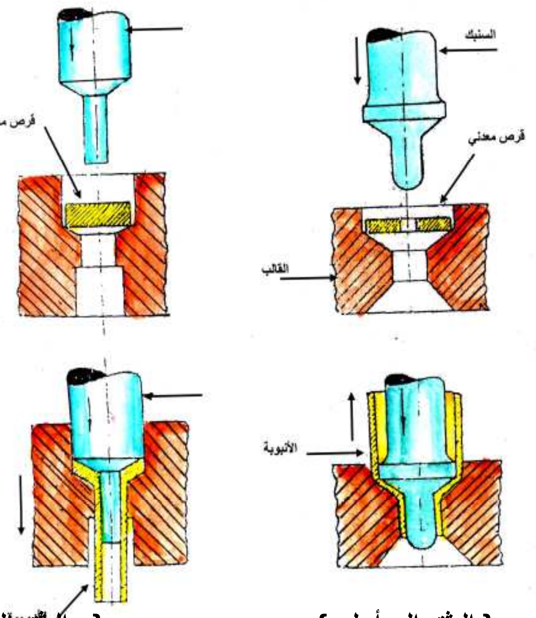
١- توضع قطعة علي شكل قرص في فتحة القالب .
٢- تصدم قطعة المعدن بضربة واحدة قوية بالسنبك .
٣- يرتفع المعدن إلي أعلى حول مساحة السنبك .
٤- نحصل علي شكل أنبوبي قطره = قطر قالب التشكيل وسمكه = الخلوص بين ساق السنبك وبين تجويف القالب .

وينتج بهذا الأسلوب أنابيب معاجن الأسنان وصابون الحلاقة و أنابيب الألوان .

<u>٢- البثق إلى أسفل :-</u>

وتتلخص طريقة البثق إلي أسفل بالصدم { طريقة هوكر } في ضغط كتلة سميكة من المعدن خلال فتحة القالب بسرعة صدم كبيرة .

وتصنع بهذه الطريقة المبثوقات الخفيفة مثل الأنابيب رقيقة الجدران غير ملحومة و أغلفة الطلقات النارية الصغيرة - كما هو موضح بالشكل رقم { ٤-٦ }



{ البثق إلي أسفل } { البثق إلي أعلى }

شكل رقم { ٤-٦ }

<u>٤-٢ إنتاج المواسير الغير ملحومة بالبثق غير المباشر</u>

مع التطور التكنولوجي لإنتاج المواسير أمكن إنتاج مواسير غير ملحومة عالية الجودة بإسلوب البثق غير المباشر .

<u>الخطوات العملية المتبعة لإنتاج المواسير بالبثق غير المباشر :-</u>

١- توضع الكتلة المعدنية اللدنة { الصبة } داخل المكبس بحيث تكون نهاية المكبس مغلقة .

٢- يدفع المعدن بالكباس ويستلزم إستخدام كباس مجوف يحمل في نهايته الشاقة .

٣- يندفع المعدن من خلال الفراغ في ذراع الكباس والشاقة عكس حركة الكباس .

٤- ينساب المعدن من بين فراغ الكباس والشاقة فينبثق من الفوهة بإمتداد دليل الإسطمبة .

بحيث يكون القطر الداخلي للماسورة = قطر الشاقة .

وسمك الماسورة = الفراغ بين جدار الشاقة وجدار فراغ الكباس .

نحصل علي ماسورة غير ملحومة .

٤-٣ إنتاج القطاعات المعدنية بالبثق المباشر

الخطوات العملية المتبعة لإنتاج قطاعات معدنية بالبثق المباشر :-

١- يوضع المعدن اللدن { الصبة } داخل المكبس .

٢- يدفع المعدن خلال قالب التشكيل بواسطة الكباس ويستمر الإندفاع من فوهة التشكيل خلال دليل إسطمبة التشكيل ويجري عليها عمليات التبريد متخذاً شكل مقطع القالب .

٣- يتم التبريد داخل غرف بإمتداد حركة المبثوق حتى لا تتغير الأبعاد أو يتشوه التشكيل نتيجة للدونة المعدن المشكل .

٤- يستمر الدفع و البثق إلي أن يبقي قرص رقيق من المعدن في فراغ المكبس . وبذلك تتم عملية البثق للقطاعات بإسلوب البثق المباشر .

مميزات وعيوب التشكيل بالبثق

المميزات :-

١- الحصول علي منتجات مختلفة المقاطع باستخدام نفس المكبس وذلك يتطلب فقط تغيير الإسطمبة .

٢- الحصول علي أي قطع بواسطة تغيير الإسطمبة للحصول علي تشكيل بأي طول والذي لا يمكن تحقيقه بطرق التشكيل الأخرى .

٣- التشكيل اللدن سواء للمعادن اللدنة أو السبائك المنخفضة اللدونة .

العيوب :-

١- إرتفاع نسبة استهلاك المعدن اللازم بسبب المفقودات علي هيئة القرص المتبقي بعد البثق داخل المكبس .

٢- إرتفاع نسبة التكاليف بسبب ثمن الإسطمبة في حالة الإنتاج الغير كمي .

٣- عدم تجانس الخواص الميكانيكية علي امتداد طول المنتج في بعض حالات التشكيل .

تدريبات علي الباب الرابع

س١ عرف عملية البق ثم وضح نظرية البثق ؟

س٢ أشرح بإختصار مواصفات مكبس البثق ؟

س٣ بين الإعتبارات التى تحدث أثناء عملية التشكيل بالبثق ؟

س٤ عدد أنواع البثق الأساسية ؟

س٥ وضح أهمية التشحيم ٠ ثم بين أنواع الشحم المستخدم ؟

س٦ عدد بالخطوات المتبعة في التشكيل بالبثق المباشر ؟

س٧ بين بالخطوات المتبعة في التشكيل بالبثق الغير مباشر ؟

س٨ وضح بالخطوات المتبعة في أنتاج المواسير بالبثق ؟

س٩ بين الخطوات التى تجرى لإنتاج قطاعات معدنية بالبثق ؟

س١٠ وضح الخطوات العملية المتبعة في أسلوب البثق إلى أعلى ؟

س١١ قارن بين مميزات وعيوب التشكيل بالبثق ؟٠

<u>س١٢ أختار من المجموعة (ب) ما يناسبها من المجموعة (أ)</u>

المجموعة (أ)	المجموعة (ب)
- البثق المباشر	- يكون إنسياب المعدن عكس إتجاه الكباس
- البثق الغير مباشر	- يكون إنسياب المعدن في إتجاه الكباس
- البثق بالصدم	- أثناء إنبثاق المعدن يتناقص تدريجياً
- قوة الضغط	- يتم للمعادن ذات إنسيابية لدنه
- التشحيم	- يؤدى إلى تقليل قوة الاحتكاك

البـاب الخامس

تشكيل الغائر والبارز

١/٥- خطوات التشكيل للغائر والبارز بأسلوب الريبوسيه ٠

٢/٥- المعالجة بواسطة أقلام النقش ٠

٣/٥- المعالجة بواسطة الحفر بالأحماض ٠

٤/٥- التشكيل بواسطة ماكينة البانتوجراف ٠

٥-١ خطوات التشكيل الغائر والبارز بأسلوب الريبوسيه

هو أحد أساليب تشكيل الأسطح و الشرائح المعدنية بالدفع من الأمام والخلف، وله عدة طرق إما دفع بالطرق أو دفع بالضغط أو دفع بالكبس ولكل من هذه الطرق وسائلها وأدواتها وكيفيات إجرائها ، و الريبوسيه أسلوب شائع في صياغة المعادن وتتم هذه العملية عن طريق ضغط وتوجيهه مقدمات أقلام صلبه مدفوعة باليد لتوجيه المساحات والخطوط والنقط، ويلزم في هذه الطريقة الطرق على مساند رخوة أو لدنة إما أن يكون من الرصاص أو القار أو الكاوتشوك (المطاط).

و يتم التشكيل بالطرق على مؤخرة القلم لدفع مقدمته في اتجاه التشكيل، وتنقسم أنواع أقلام الريبوسيه إلي أقلام التحديد، وأقلام التشكيل وأقلام الترميل، وكثير من المشتغلين يعد أقلامه بنفسه مع مراعاة المواصفات الخاصة بالأقلام التي تساعد على نجاح العمل .

وتنقسم هذه الأدوات إلى :-

١- معدة التشكيل الأساسية (المسطحات والمجسمات).
٢- جاكوش الريبوسيه .
٣- أقلام الريبوسيه .

١- أ- معدة التشكيل الأساسية :-

وهى الوسيلة الرئيسية للتشكيل حيث يثبت على سطحها قطعة المعدن المراد تشكيلها وتتكون هذه المعدة من جسم نصف كروى إلا أنه يتضمن تجويفاً بسيطاً يسمح بملئه حتى السطح بطبقة سميكة من البياض ويتحرك الجسم حركة دائرية ويتم ذلك بوضعها على قاعدة على شكل حلقة مفرغة. ويمتاز الجسم بثقل وزنه حتى لا تأتى الحركة عشوائية أثناء التشكيل دائماً تتم الحركة وفقاً لاحتياج أصول التشكيل.

ويصنع الجسم من خامات ذات مواصفات مميزة بثقل الوزن وبالكثافة العالية مثل الحديد أو حجر البازلت ويتراوح الوزن وفقاً للحجم بين ٩ كجم ، ١ كجم ويتراوح أقطار الجسم من ٧.٥// : ١٢// ويتراوح عمق تجويفها ما بين١.٥// : ٢.٥// وتصنع الحلقة (القاعدة) من الحديد أو الجلد ويمكن الاستعانة بمخدات الرمل بدلاً عن الحلقة.

ب- معدة التشكيل الأساسية للمجسمات :-

منجلة خشبية وهى تصنع من الخشب المتين ومكونة من فكين كل منهما على هيئة منشور رباعي يجمعهما ويربطهما عامودين من الخشب مقلوظين لتوسيع المسافة بين الفكين طبقاً لحجم الشغلة وبذلك يتمكن الصانع من عمل الزخارف البارزة (الريبوسية) دون أن يحدث للشغلة أي خدش.

٢- جاكوش الريبوسيه :-

يلزم لتطبيق أسلوب الريبوسيه جواكيش ذات مواصفات معينة وتنقسم إلى نوعين أساسيين يتناسب مع أقلام التشكيل وفقاً لحاجة العمل والثالث ثانوي و"النوع الأول يمتاز باتساع في سطحه الدائري بهدف سهولة الاستخدام حيث يستخدم مع أقلام التشكيل الصغيرة للعمل على المساحات المعدنية الصغيرة (ويزن من ٣٠ : ٤٠ جم وطوله حوالي ٩//) ، والنوع الثاني جاكوش عادى سطحي الوجه ويزن رأسه ٦٠ : ٧٠ جم ويستعمل مع أقلام الريبوسيه كبيرة الحجم وأيضاً للمشغولات الكبيرة المساحة"[١] والنوع الثانوي هو الدقماق الخشبي ويستخدم لإعداد المسطحات المعدنية المطلوبة وإعطائها الشكل المراد.

٣- أقلام الريبوسيه :-

عبارة عن قطعة من الصلب الكربوني المقسى عند طرف التشكيل طولها من ً٣.٥ : ً٤.٥ وقطاعها مربع و(شكل٥-١) يوضح أشكال الأقلام المختلفة وتنقسم الأقلام إلى أربعة أنواع هي:-

---

أ- أقلام التحديد :-

وتستعمل في بداية العمل حيث يحدد بها الخطوط الخارجية للتصميم وطرف قلم التحديد يشبه الأجنة ولكنه غير حاد وتتدرج مقاساتها حتى تناسب خطوط التصميم.

ب- أقلام التشكيل :-

تستعمل أقلام التشكيل بعد أقلام التحديد بهدف إحداث تشكيل بارز لسطح المعدن بحيث ينساب عليه الضوء فتتدرج الأسطح محدثة ظلالاً ونوراً على أسطح المشغولة وأطراف حد أقلام التشكيل كثيرة ومتنوعة في الشكل والمقاس منها المربع والمثلث والنصف الدائرة وجزء من الدائرة.

ج- أقلام الترميل :-

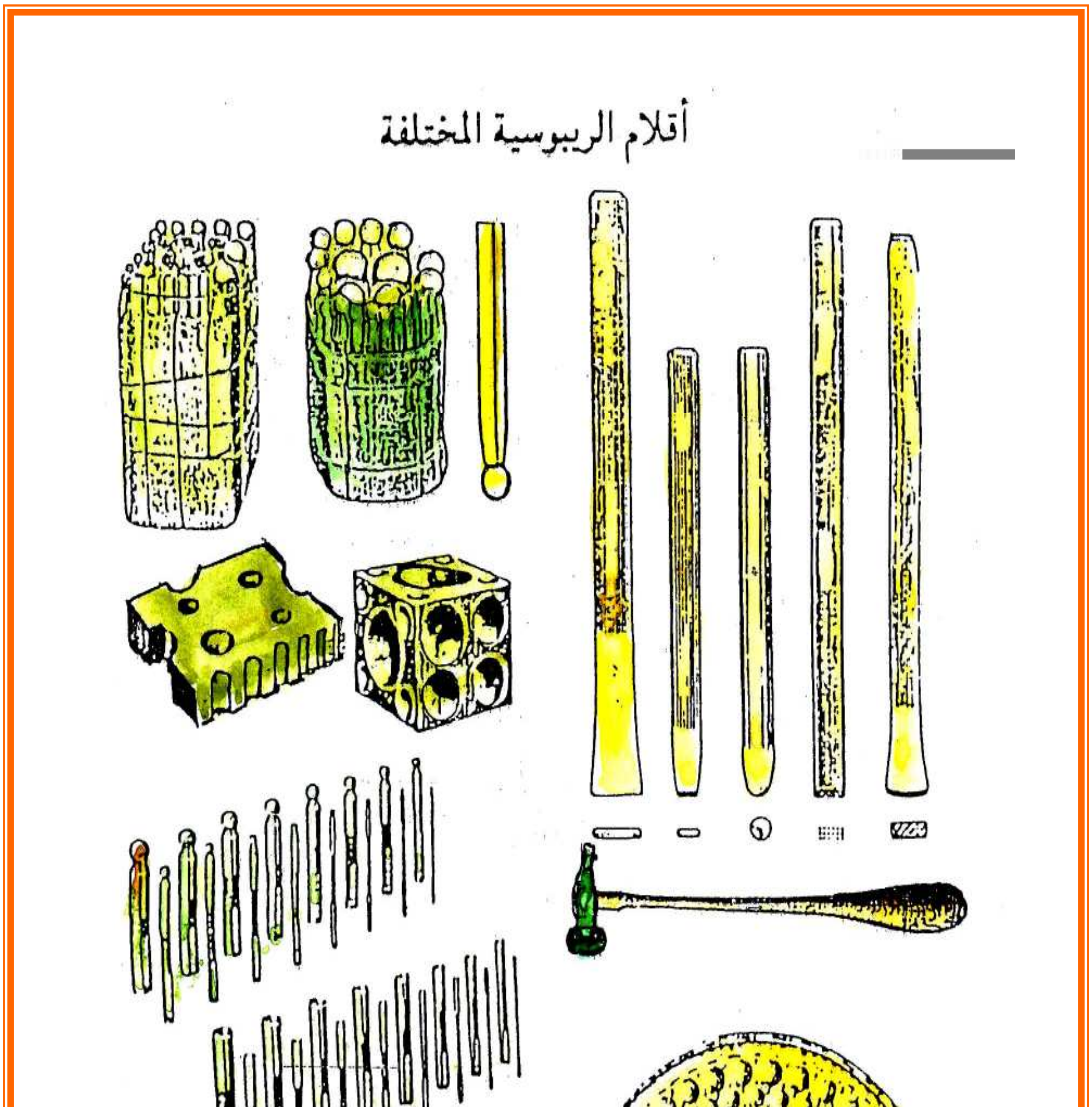
تشبه أقلام التشكيل إلا أن حد التشكيل لها يحمل مجموعة ملامس مختلفة تتدرج من النعومة إلى الخشونة.

د- أقلام الحروف والترقيم :-

وهى تشبه أقلام التشكيل ولكن حد التشكيل يتضمن حروفاً أو أرقاماً أو أشكال غائرة أو بارزة.

أنية البياض :-

وهي تصنع من الحديد المصبوب علي شكل نصف دائرة قطرها ٩ بوصة وسمكها حوالي ٥ بوصة وتزن حوالي (٨ كجم) وتستخدم في تثبيت الشغلة عليها أثناء القيام للعمل للريبوسيه لحماية المعدن من الاختراق.



شكل رقم { ٥-١ }

شكل رقم { ٥-٢ }

الخطوات التنفيذية للتشكيل بأسلوب الريبوسيه :-

١- نقل الرسم علي سطح المعدن .
ينقل الرسم المطلوب تنفيذه علي سطح المعدن ثم يشنكر بواسطة شوكة العلام .

٢- تُثبت الشغلة بالبياض بالمساند .
ويتم التثبيت بتسخين الشغلة ثم تُوضع علي سطح البياض ودرجة حرارة التسخين تأثر في سطح البياض وتحوله إلي الحالة اللدنة ، ثم بعد التبريد يلتصق السطح الخلفي للشغلة بسطح البياض .
أما بالنسبة للأجسام المجموعة { المجوفة } فتملأ بالبياض أو الرصاص المنصهر بحذر شديد وتترك الأجسام لتبرد .

البياض :-
هو عبارة عن صندوق خشبي له إرتفاع محدود يكون علي هيئة لوحة خشبية لها جوانب وتستخدم في تثبيت الأشكال المسطحة مثل الصوانى و الأطباق وغيرها .

٣- عملية التحديد :-
يتم تحديد خطوط الرسم أولاً بقلم التحديد مع مراعاة الدقة لتحديد الخطوط .

٤- عملية الريبوسيه :-
يتم تشكيل الريبوسيه وذلك بإختيار الأقلام المناسبة للشكل المطلوب .

٥- إخراج المشغولات :-

بعد الانتهاء من عملية التشكيل .

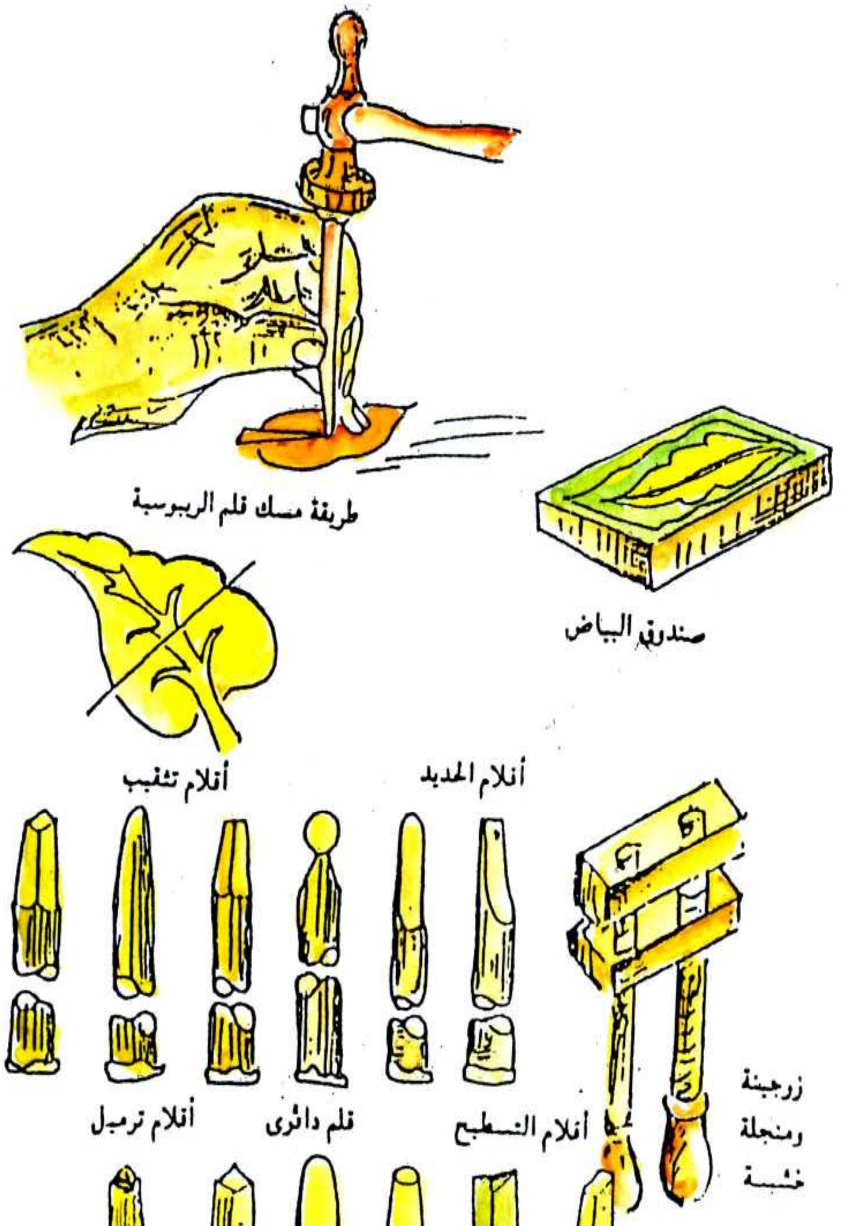
بالنسبة للأشكال المسطحة المثبتة في بالبياض تسخن بواسطة البوري ثم تنزع من علي سطح البياض وتنظف بواسطة قطعة مبللة من الكيروسين لإزالة ما بها من قار .

بالنسبة للأشكال المجموعة { المجوفة }

تسخن حتي ينصهر الرصاص أو القار ثم تنظف من بقايا القار وذلك بإستخدام قطعة من القماش مبللة بالكيروسين .

٦- عملية التشطيب والتلميع :-

يتم التشطيب بواسطة المبارد ثم الصنفرة الناعمة ثم تنقل إلي قسم التلميع فيتم تلميعها علي فرشة التلميع وتجري مراحل التلميع حتي نحصل علي الدرجة المطلوبة ثم تنقل إلي قسم الطلاء حسب مراحل الإنتاج إذا تطُلب الأمر



شكل رقم { ٥-٣ }

٢/٥ المعالجة بواسطة أقلام النقش

عملية النقش على سطح المعدن من عمليات التشكيل المستخدمة لمعالجة سطح المعدن وإضافة لمسة جمالية وذلك بإجراء عملية إزالة سطحية لخطوط أو نقوش أو كتابات أو بعض الرسوم . ويعتبر هذا الفن من التقنيات العريقة ولكن في الآونة الأخيرة أندثر هذا الفن لسببين أولهما قلة القيمة التقديرية وكذلك انتشار الحفر الكيميائي ورخص ثمنه .

الخطوات المتبعة في عملية النقش :-

١- تجهيز سطح المعدن : وذلك بإستعدال السطح جيداً وتنعيمه وصقله قبل أجراء عملية النقش

٢- نقل الرسم على السطح : ينقل الرسم المراد نقشه على سطح المعدن ويراعى الدقة ، وفى بعض الأشغال يتم إظهار الرسم بواسطة شوكة العلام .

٣- تثبيت الشغلة : يتم تثبيت الشغلة على حوض البياض (المادة الساندة) وذلك بتسخين الشغلة بواسطة لهب ثم توضع على البياض فيتم صهر سطح البياض ويحول إلى حالة لدنه ويتم الضغط على الشغلة قليلاً بالدقماق حتى يتم إلتصاق السطح بالبياض ثم يترك حتى يبرد فيتم تثبيته .

٤- عملية النقش : نحضر القلم المناسب لخطوط النقش المطلوبة ويمسك القلم وهو قلم يصنع من الصلب الكربوني ذو حد قاطع بزاوية ميل ويكون وضع القلم الصحيح بميل ٤٥° مع سطح المعدن . ويراعى أن تكون هذه الزاوية ثابتة أثناء النقش حتى لا ينزلق القلم عندما تقل عن ذلك أو يخوض ويخترق المعدن عند زيادة عن ذلك . ويطرق على قلم النقش بجاكوش خاص يسمى جاكوش النقش الذي يتكون من رأس من الصلب يصل وزنها من ٢٠٠ إلى ٤٠٠ جرام ومشكلة على هيئة هرم رباعي منحنى له يد خشبية يصل طول اليد إلى ١٥ سم تنتهي بشكل كروى لراحة اليد أثناء العمل ويتم النقش على المعدن بإزالة سطحية حسب عرض الحد القاطع للقلم . ونستمر فى عملية النقش مع مراعاة التحكم فى القلم على أن يكون منطبقاً على الخطوط والزخارف المطلوب حفرها . كما فى شكل (٥- ٤) .

<u>إخراج المشغولات :-</u>

في حالة النقش على الصواني والأطباق وبعد الانتهاء من عملية النقش يسخن المعدن مرة ثانية فيتحول البياض إلى حالة لدنه فنخرج المشغولات من حوض البياض ثم يزال ما علق بها من القار بإستخدام قطعة قماش مبللة بالكيروسين .

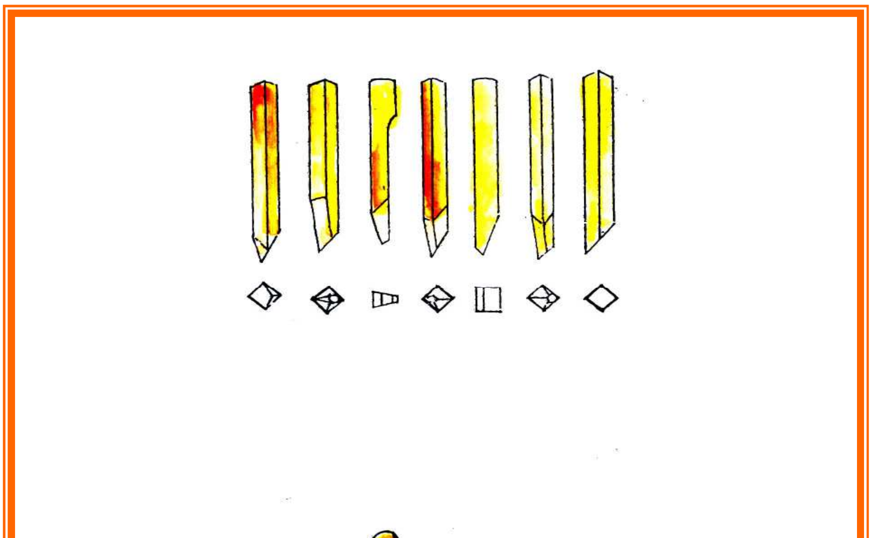
وفى حالة الأجسام الدائرية المجوفة والمجموعة . يتم تسخين بلهب بوري من أعلى الشكل وتوضع الشغلة في وضع مائل فينصهر البياض ويخرج من الداخل تدريجياً حتى نتخلص منه تماماً ثم تنظف الشغلة من الداخل بالكيروسين .

<u>ملحوظة :</u>

يحذر تسخين البياض من أسفل حتى لا يحدث ضغط أو إندفاع البياض بقوة تصيب الصانع

<u>التشطيب :</u>

يجرى على الشغلة عملية التشطيب المناسبة بالتلميع على الفرشاة ثم الأكسدة أو الطلاء .



شكل رقم { ٥-٤ }

٥-٣ المعالجة بواسطة الحفر بالأحماض

يستخدم الحفر بالأحماض لإعداد أجزاء التصميم التى تحتوى على الكتابات أو الأرقام في نماذج الميدالية والدروع التذكارية كما تستخدم هذه العملية في معالجة أسطح المنتجات ،

وتتم هذه العملية كالآتي:-

١-قطع المعدن بالمقاس المناسب للتصميم المطلوب انتاجه.

٢-تخشين سطح المعدن ببودرة الخفاف.

٣- غسل السطح بماء جارى.

٤- التطهير الكيميائي لسطح المعدن من اثر الأتربة والمواد الدهنية ويتم هذا بحمض النيتريك بتركيز ٣%.

٥- تغطية السطح المعدني بالمحلول البكروماتى الحساس للضوء وتستخدم لعملية التغطية عدة محاليل خاصة لذلك.

وتتم عملية التغطية بواسطة لفاف يدوى أو ميكانيكي لتجانس طبقة الحساس على سطح الشغلة ويترك المعدن حتى تجف طبقة التغطية.

٦- عملية التعريض للضوء من خلال التصميم المطلوب يمكن استخدام ورق الكلك الذي يحتوى على التصميم أو أفلام مدة التعرض للضوء من ٣: ٥ دقائق حسب خطوط التصميم وقوة الضوء.

٧- عملية الإظهار وهى الغسيل بالماء الجاري حيث تزال طبقة المحلول الحساس التى لم تتعرض للضوء.

٨- **<u>إجراء عملية الرتوش</u>** بمحلول مقاوم للحمض على الأجزاء المطلوب عدم حفرها مثل جوانب المعدن أو خلفة أو أي أخطاء نتجت من خلال التشغيل بالمناطق الغير مرغوب حفرها.

٩- **<u>حفر المعدن</u>**: وتتم في أحواض من البلاستيك أو في ماكينات خاصة بالحفر ولكل معدن محلول حفر خاص (للنحاس محلول كلوريد الحديديك).

١٠- **<u>الغسيل بالماء</u>** ويتم بعد الحصول على عمق الحفر المطلوب ويتوقف الحفر على زمن الحفر وتركيز محلول الحفر (الحمض).

١١- **<u>التشطيب</u>** تجري علي المعدن عملية التشطيب ويلمع علي الفرشاة أو يطلي فنحصل علي التصميم المطلوب

<u>صور توضح مراحل عملية الحفر بالأحماض</u>

١- تخشين سطح المعدن ببودرة الخفاف.

٢- تثبيت الشغلة بالملفاف

٣- تغطية السطح بالمحلول البكروماتى الحاس للضوء

٤- تسخين السطح لتثبيت الحساس

٥- تغطيس المشغولة فى محلول الحفر **٦- الغسيل بعد أنتهاء عملية الحفر**

شكل رقم { ٥-٥ }

<u>نماذج منفذة بأسلوب الحفر بالأحماض:</u>

٤-٥ التشكيل بواسطة ماكينة البانتوجراف

صممت هذه الآلة لنسخ النماذج من تكبير أو تصغير الأصل وتقوم علي التشكيل بالحفر سواء علي مسطح واحد أو غائر وبارز علي عدة مستويات .

تستخدم الماكينة عموماً في صنع النماذج و الإسطمبات ونقل الرسومات و التفريز وحفر الميداليات .

ونحصل علي التصغير من الآلة ، بواسطة عدة روافع متصلة ومتناسبة بنسبة تكبير أو تصغير بحيث يكون طول أي حركة علي نقطة وضع موازى لجميع الروافع مسبباً لنقطة أخري تتبع المجال المقابل إما تصغيراً أو تكبيراً

فكلما تحرك الدليل تحرك قلم القطع في مجال مماثل ولكن بمقياس اصغر حتى تنتهي من الرسم والتصميم فنحصل علي نموذج مصغر من النموذج الأصلي { الدليل } .ويوضح شكل (٥-٦) ماكينة البانتوجراف

شكل (٥-٦)

نظرية البانتوجراف

يتكون هذا الجهاز من أربعة روافع وهي :-

١- { أ ب – أ ف^{٢} }

٢- الضلع { د هـ } موازٍ للضلع { أ ب }

٣- الضلع { أ ب }

الجهاز مثبت مفصلياً علي فرش الآلة عند نقطة { ب }

يثبت قلم بين نقطة { ف^{٢} } وأخر بين نقطة { ف^{١} } .

وعندما تمر نقطة { ف^{٢} } علي شكل معين فإن { ف^{١} } تمر علي الشكل تماماً ، ولكن بنسبة اصغر والعكس صحيح ، ويمكن تغيير نسبة التكبير أو التصغير بتغير طول { أ ف^{٢} } وبالتالي يتغير وضع { ف^{١} } علـــي المستقيم { جـــ د } .

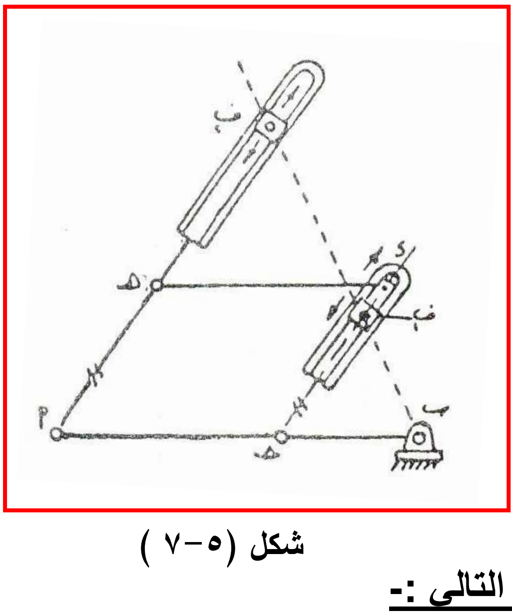
نظرية التكبير والتصغير

نجد أن

∵ جـــ و // أ هـــ في جميع أوضاع الجهاز

∴ $\frac{\text{ب.ف1}}{\text{ب.ف2}} = \frac{\text{ب.جـ}}{\text{أ.ب}} =$ مقدار ثابت

ومن هنا نجد هذه المعادلة توضح أن الشكلين اللذين تمر عليهما النقطتان { ف^{١} ، ف^{٢} } متشابهين وبنسبة .



شكل (٥-٧)

و يعمل البانتوجراف حسب نظرية تشابه المثلثات بالقانون التالى :-

باعتبار أن المسافة بين مركز الدليل و محور ارتكاز ذراع التناسب = ف٢

باعتبار أن المسافة بين قلم الحفر و محور ارتكاز ذراع التناسب = ف١

وأن قطر النموذج = ق٢

و قطر القالب = ق١

فأن ق١ : ف١ = ق٢ : ف٢ .

$$ف١ = \frac{ق١ \times ف٢}{ق٢}$$

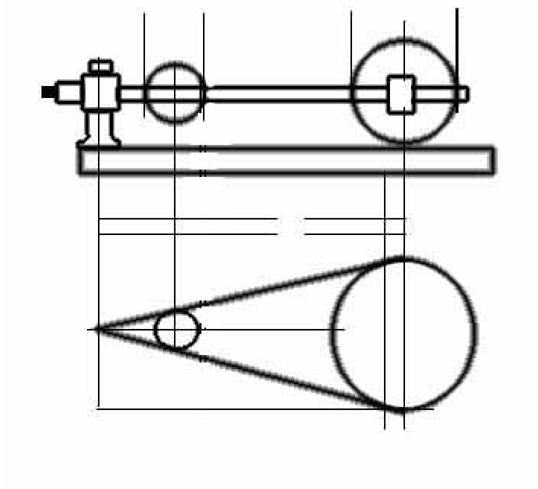
أي أن المسافة بين مركز قلم الحفر و محور الارتكاز =

$$\frac{\text{قطر القالب} \times \text{المسافة بين مركز الدليل و محور الارتكاز}}{\text{قطر النموذج}}$$

وبمعنى آخر: أن المسافة المطلوبة لوضع قلم الحفر على عمود التناسب =

نسبة التصغير X المسافة بين مركز الدليل و محور الارتكاز"

وعن طريق التدريج الموجود فى الماكينة يمكن ضبط العلاقة السابقة وشكل (٥-٨) يوضح هذه العلاقة هندسيا .



شكل (٥-٨)

العلاقة الهندسية

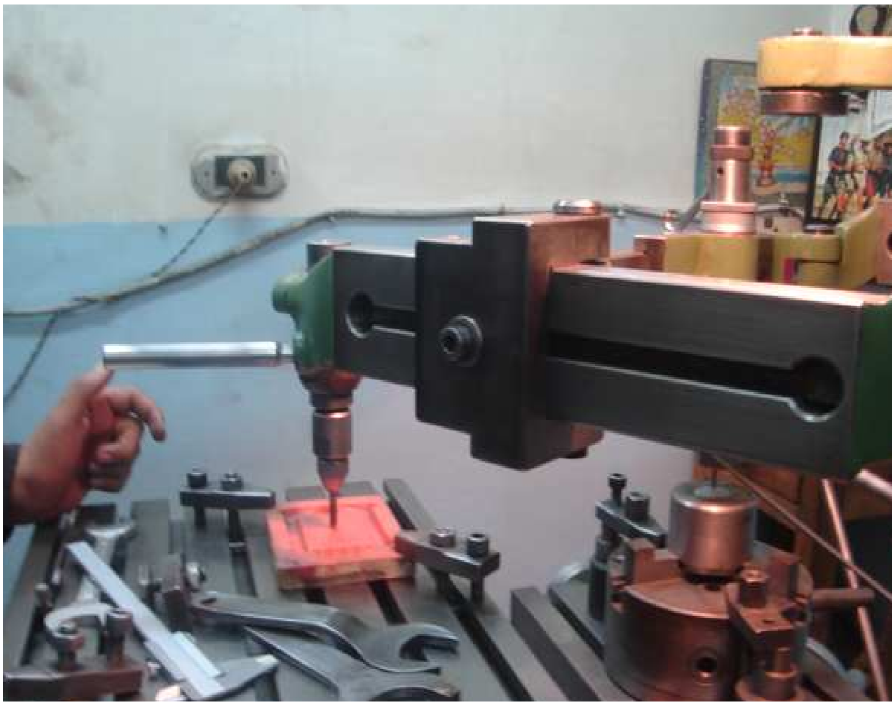
<u>الخطوات المتبعة في الحفر بالبانتوجراف :-</u>

١-يثبت النموذج أسفل دليل { د } نقطة { ف١ } .

٢-تثبت قطعة الصلب المراد تشطيبها { القالب } أسفل السلكين { حد قاطع } { ف٢ }.

٣-يحرك الدليل علي النموذج { ف١ } يتحرك حد القطع علي القالب { ف٢ } ولكن علي مقاس أصغر حسب نسبة الضبط التي تتبع نسبة التصغير ، ويمر بمرور قلم الدليل علي سطح النموذج بكل دقة

نحصل علي إزالة في القالب ونسب صغيرة وعند إكتمال عملية المسح الكامل نحصل علي القالـــب النموذج المصغر مطابقاً تماماً للنموذج ا كما هو موضح بالشكل (٥ –٩)



نموذج للمشغولة من مادة قوية مثبت على ماكينة البانتوجراف أثناء التشغيل

النموذج المعد بأسلوب الزنكغراف لنقل المستوى بالدليل على الإسطمبة المعدن لإتمام الحفر والرسم يوضح قلم الحفر أثناء التشكيل

شكل رقم { ٥-٩}

تدريبات علي الباب الخامس

س١- عرف التشكيل بالريبوسيه . ثم عدد أنواع أقلام الريبسيه ؟

س٢- بين خطوات تنفيذ الريبوسيه ؟

س٣- وضح كيفية إخراج المشغولات بعد إتمام عملية الريبوسيه .

أ- فى حالة الشغله المسطحة .

ب- فى حالة الشغله المجوفة .

س٤- بين بالتسلسل الخطوات المتبعة فى عملية النقش على سطح المعدن ؟

س٥- عدد الخطوات العملية المتبعةى فى تنفيذ الحفر بالأحماض ؟

س٦- وضح نظرية التصغير والتكبير بواسطة البانتوجراف ؟

س٧- وضح بالرسم العلاقة الهندسية لنظرية البانتوجراف ؟

س٨- بين الخطوات المتبعة فى تنفيذ الحفر بالبانتوجراف ؟

س٩- ضع علامة صح أمام العبارة الصحيحة وعلامة خطأ أمام العبارة الخاطئة مع التصويب

١- تستخدم ماكينة البانتوجراف فى حفر النموذج بالتكبير أو التصغير ( )

٢- يستخدم محلول كلوريد الحديديك فى حفر معدن النحاس ( )

٣- تستخدم أقلام التحديد فى عمل أشكال كروية على سطح المعدن ( )

٤- تصنع آنية البياض من الحديد على شكل مكعب . ( )

٥- يتم تغطية سطح المعدن المعد للحفر بالمحلول الحساس فى ضوء قوى . ( )

س١٠- أذكر ما تعرفه عن :-

جاكوش الريبوسيه – أقلام التحديد – أقلام الترميل .

الباب السادس

التشكيل بالسباكة

١/٦- السباكة بالرمل (عملية تجهيز القالب – مراحل ختم النموذج) .

٢/٦- السباكة بالقالب المجزأ (خطوات إعداد القالب – مراحل السباكة) .

٣/٦- السباكة بالشمع المفقود (خطوات تنفيذها بأسلوب الشجرة) .

- خطوات إجراء عملية السباكة بالشمع المفقود .

٦-١ السباكة بالرمل

عملية السباكة Casting Process :-

تصنع المسبوكات بصهر المعدن وصبه في قوالب مناسبة تستخدم في تشكيلها مواد تتحمل الحرارة المرتفعة ويمكن تشكيلها بسهولة ثم يترك المعدن ليتجمد داخل القالب وبعد أن يتم التجمد نحصل علي المسبوك من القالب وينظف وتهذب زوائده ثم تجري عليه عمليات التشطيب.

عمليات تجهيز القالب :

من أهم خطوات التجهيز والإعداد للتشكيل بإسلوب السباكة بالرمل :

١ ـ إعداد القالب .
٢ ـ صناعة النموذج

أولاً : إعداد القالب

١ - القوالب الرملية sand moulds

تشكل القوالب الرملية المستخدمة في السباكة من الرمل الأخضر { المبتل } أو من الرمل الجاف والرمل الأخضر يتكون من خليط من الرمل ومضاف إليه الفحم المطحون والطفل أو الطمي وأحياناً تضاف إليها بعض المواد العضوية ثم يبلل المخلوط بالماء بعد خلطه جيداً .

الرمل الجاف :-

يتكون من خليط مشابه بالإضافة الي مادة رابطة لتزداد قوة تماسكه أو قوة ترابطه بعد التجفيف ويتم التجفيف للقوالب المصنوعة من هذا النوع بتسخينها داخل أفران خاصة في درجة حرارة معينة لتفقد الرطوبة الموجودة بها وتتحمص قبل صب المعدن المنصهر بداخلها ولذلك نجد أن قوالب الرمل الجاف لها قوة احتمال أعلي من قوالب الرمل الأخضر .

ثانياً:- صناعة النماذج Pattetn Making

تصنع النماذج من الخشب إذا كان العدد المطلوب من المسبوكات قليلاً أو متوسطاً وتصنع من المعدن إذا كان العدد المطلوب إنتاجه من المسبوكات كبيراً لدرجة الإنتاج الكمي ومن هنا نجد أن النماذج تصنع إما من الخشب أو المعدن ، وبذلك تتوقف خامة صناعة النماذج علي العدد المطلوب إنتاجه .

١ - النماذج الخشبية :-

تصنع النماذج الخشبية من الخشب المندمج أليافه وتسهل إمكانية تشكيله وتدهن النماذج الخشبية بعد صناعتها وتطلي بنوع من الورنيش ليصبح سطحها أملس ولحفظها من تأثير الرطوبة ومنع تآكلها بتأثير الزمن عند التخزين .

٢ - النماذج المعدنية :-

تصنع النماذج المعدنية من الألومنيوم أو النحاس الأصفر أو الحديد الزهر ونظراً لسهولة تشكيل وصهر تلك المعادن وصبها مع مراعاة نسبة الانكماش المسموح به .

الدلاليك وصناديق الدلاليك :-

عبارة عن قالب يشكل علي هيئة التجويف الذي يوجد أحياناً في داخل بعض المسبوكات المجوفة.

مراحل ختم النموذج :-

١- يحضر رمل السباكة المناسب ويكون ذات حبيبات مختلفة الحجم بنسب معينة ويخلط بالمواد الرابطة ثم يبلل بالماء ويقلب جيداً حتى درجة التجانس .

٢- تنظف لوحة القالب الخشبية جيداً ثم نضع عليها نصف النموذج ويوضع حوله النصف السفلي لصندوق القالب { الريزق } .

٣- يدك الرمل المجهز دكاً خفيفاً ثم يكبس حول نصف النموذج باليد وكذلك فوقه حتى نصف الفراغ

٤- يملأ الفراغ المتبقي من نصف الريزق برمل سبق استخدامه { يسمي رمل المللئ } ويدك هذا الرمل بقوة بواسطة المدكات المناسبة حتى تتماسك حبيبات الرمل مع بعضها .

٥- يسوى السطح العلوي للرمل ليصبح في مستوي حواف الريزق .

٦- يقلب النصف السفلي للريزق علي اللوحة الخشبية بحيث يكون عكس الوضع السابق ثم ترفع لوحة القالب الخشبية وينظف سطح الانفصال ويرش هذا السطح بمسحوق الفحم أو الحمرة

٧- يوضع النصف الثاني للنموذج فوق النصف الأول بالضبط بواسطة أصابع التثبيت .

٨- يثبت النصف العلوي للريزق .

٩- يوضع العامود الخشبي الذي يمثل المصب في المكان المناسب وكذلك العامود الخشبي لفتحة التغذية ثم تتكرر عملية ملئ النصف العلوي بالرمل كما سبق بالنصف السفلي .

١٠- يرفع النصف العلوي للريزق ثم يرفع نصفي النموذج من جزئي القالب وذلك بالنقر عليهما بحرص مستخدماً شوكة خاصة لرفعهما عند سطح الرمل المشكل دون إحداث أي تشوه .

١١- يفتح مجري مناسب يصل بين فتحة المصب وتجويف القالب .

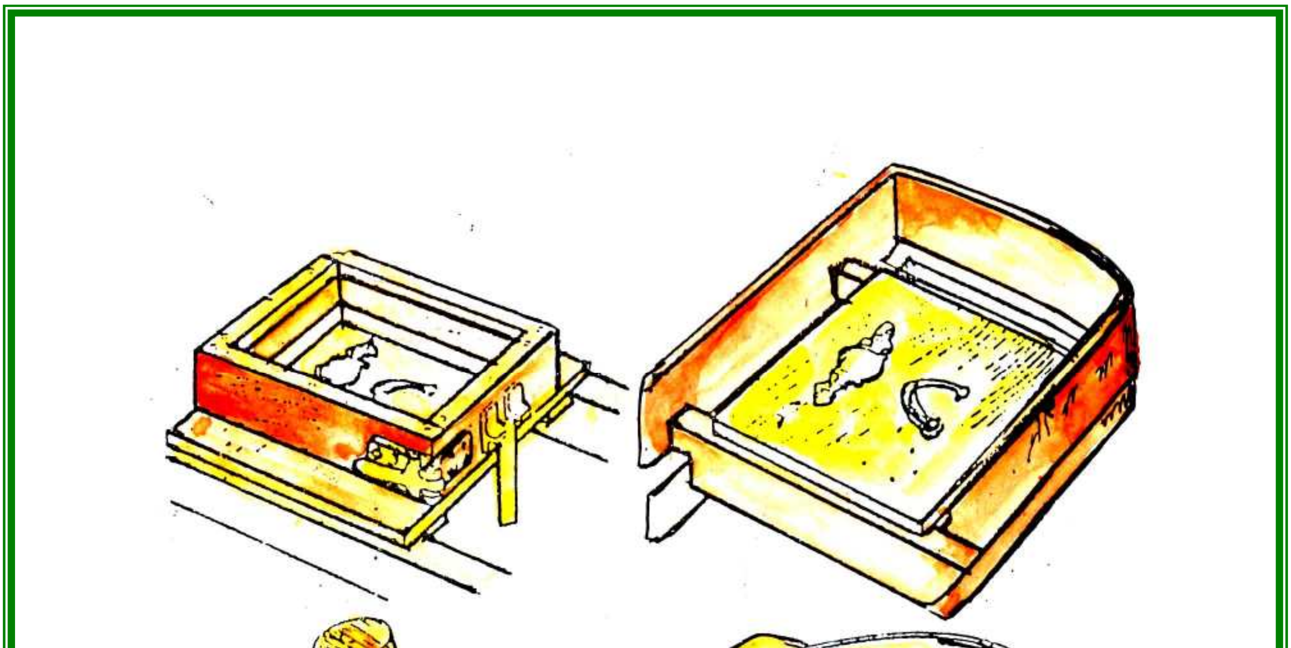
١٢- ترش الأسطح مع فراغ النموذج بمسحوق الجرافيت الناعم .

١٣- يوضع الدليك في مكانه بالقالب إذا تطلب المسبوك دليك .

١٤- يوضع النصف العلوي فوق النصف السفلي للريزق تماماً ثم توضع أثقال مناسبة فوق حواف الجزء العلوي من القالب لمقاومة الضغط من المعدن المنصهر الذي قد يتسبب فى إزاحة النصف العلوي عن مكانه أثناء الصب . وبذلك يصبح القالب الرملي معداً للصب .

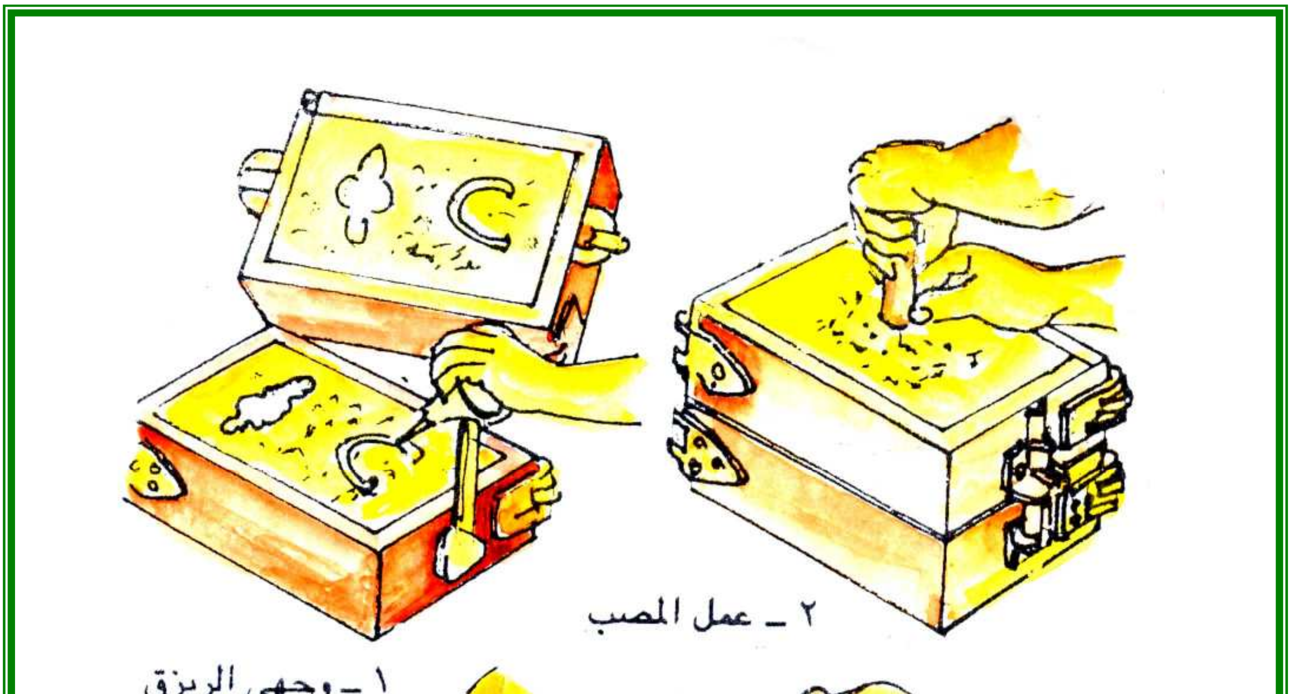
والاشكال { ٦-١ } ، { ٦-٢ } تبين مراحل ختم النموذج .

خطوات ختم النموذج



شكل رقم { ٦- ١ }

خطوات ختم النموذج



شكل رقم { ٦- ٢ }

الاعتبارات المتبعة أثناء عملية السباكة بالرمل :-

١- اعتبارات النموذج :-

يراعي عند صناعة النموذج أن تكون أبعاده أكبر قليلاً من الأبعاد المطلوبة في الشغلة المراد سبكها ، وتلك الزيادة تحدد لتتعادل مع درجة إنكماش المعدن عند تجمده وهو ما يسمي بتسامح الإنكماش ويتوقف مقداره علي نوع المعدن وشكل الجزء المسبوك

ففي النحاس يراعي نسبة الإنكماش بحوالى ٢ ٪ وفي حالة الحديد الزهر يراعي نسبة الإنكماش بحوالى ١ ٪ كما أنه يترك أيضاً ما يسمي تسامح تشغيل وهو علي شكل زيادة أخري في أبعاد النموذج عند السطح المراد تشغيله في الشغلة المسبوكة التي تتطلب عمليات تشغيل أو تشطيب باستخدام آلات التشغيل عند صبها .

سماح الميل Taper allowance :-

يراعي أيضاً عمل ميل بسيط للنماذج حتى يمكن إخراجها من القالب بعد تشكيله .

٢-   إعتبارات تصريف الحرارة لمواد صناعة القالب :-

تتوقف كمية الحرارة التي يجب صرفها من المصبوب لكي يبرد إلي درجة حرارة الغرفة علي وزن المصبوب وكمية الحرارة التي يحتوي عليها بذلك فان معدل تصريف الحرارة يتوقف إلي حد كبير علي المعدل نفسه من حيث الحجم والشكل ووسيلة تبريده وتنظيم الوقت اللازم للمعدن المنصهر ليتجمد علماً بان رمل السباكة والمصيص أقل قدرة علي تصريف الحرارة ورمل السباكة الأخضر قابل لتصريف الحرارة بسرعة أكثر من الرمل الجاف والجدير بالذكر أن الخواص الفلزية للسبائك تختلف حسب درجات الحرارة فمثلاً الحديد الزهر قد يكون رمادياً أو أبيض بناء علي معدل تجمده .

كما أن إختلاف تصريف الحرارة لمواد القالب تؤثر في الخواص الفلزية للمسبوكات ومساعدات التبريد عبارة عن أشكال معدنية توضع في قوالب الرمل والمصيص لتصريف الحرارة بسرعة من أجزاء معينة من المصبوب وقد يحتاج الأمر إلي عزل المصبوبات حرارياً حيث أن المفروض أن يبقي المعدن منصهر لمدة أطول وذلك لتغذية تجويف القالب بالمعدن السائل أثناء التجمد ويمكن الحصول علي تدرج درجات الحرارة ومعدل لتصريفها يعطي أفضل الخواص الفلزية .

٣- إعتبارات الصب :-

يراعي عند صب المعدن أن يكون إنسيابه داخل القالب ببطء وبتدرج دون إندفاع لتفادي إنهيار المصب وكذلك أجزاء من القالب الرملي .

لذلك لابد أن تكون فتحة المعدن إلي فراغ القالب واقعة قرب حافة الفراغ وعند أسفل موضع به حتى يصعد المعدن المنصهر تدريجياً من أسفل الفراغ إلي أعلاه ببطء وبذلك يمكن ضمان التخلص من أجزاء الخبث أو جمعه داخل مصب التغذية كما يقل بذلك إحتمال إحتباس أي غازات أو فقاعات هوائية داخل جسم المسبوك وهي الغازات التي يتسبب عنها ما يسمي بالبخبخة داخل المسبوك بعد تجمده .

عيوب المسبوكات وطرق العلاج

تعتبر عيوب المسبوكات ناتجة من مصدرين رئيسين هما

القالب رمل السباكة

أولاً :- عيوب المسبوكات الناتجة من رمال السباكة .

١- التجاويف :-

تظهر علي شكل تجاويف غازية صغيرة أو كثيرة العدد عند السطح أو قريباً منه والسبب ناتج من الرطوبة الزائدة أو ضعف النفاذة .

٢- التجاويف الرملية :-

ينشأ من ضعف الرمل أو سوء تناول القالب حيث تتساقط أجزاء الرمل عند رفع القالب وتعالج بربط حبيبات الرمل وجعله أكثر تماسكاً عند دك القالب أو خلط الرمل بمواد لتقوية الرمل

٣- التجاويف الغازية :-

وهي عبارة عن تجاويف غازية علي شكل فراغات أو تجاويف تظهر تحت سطح المصبوب والسبب ناتج عن ضغط الغازات الموجودة في القالب ويمكن تلاشيها بتقليل كمية الغازات المتكونة في القالب أو تحسين النفاذية لتسرب الغازات .

٤- الأوساخ والكسور والتصدعات :-

ينشأ من الرمل الضعيف إذا كانت متانته قليلة عند التجفيف تتكون أوساخ وكما ينتج أيضاً الكسور والتصدعات من ضعف متانة الرمل الأخضر وتلاشي العيوب بزيادة متانة الرمل الأخضر ورفع مقاومة إنضغاط الرمل المجفف في الهواء .

٥- القشور :-

هي عبارة عن طبقة قشرية من الرمل والمعدن توجد علي سطح المصبوب وتنشأ عند تصدع أو تقشر سطح القالب بسبب التمدد الحراري للرمل ، وتلاشي العيب يتطلب زيادة الاستقرار الحراري للرمل ويتم ذلك بطرق العلاج في التخفيف من دك القالب وحفظ المتانة تحت تأثير الحرارة وكذلك إضافة مواد قابلة للإحتراق .

٦- تعاريج على شكل عروق { ذيل الفأر }

وتحدث بسبب تمدد الرمل ، وتعالج بحفظ المتانة تحت تأثير الحرارة و الدك الخفيف .

الإنبعاج :-

يشبه التعاريج التي علي شكل ذيل الفأر .

الإنكماش :-

عبارة عن تقلصات وليس السبب تقلص المعدن ولكن إتساع تجويف القالب بعد صب المصبوب ، والسبب أن يكون الرمل رخواً إلي درجة كبيرة فينتج من ذلك إتساع تجويف القالب تحت تأثير ضغط مصهور المعدن .

تسرب المعدن :-

والسبب قد يتسرب المعدن خلال الرمل إذا كان الأخير رخواً ومسامياً أو بسبب تفاعل كيماوي بين المعدن والرمل .
ولعلاج ذلك زيادة قوة الدك وتحسين قابلية الرمل للإنسياب .

تشقق القالب :-

وينتج من عدم كفاية متانة القالب أو في وضع غير ملائم وبذلك يتمكن المعدن من التسرب إلي الشقوق حيث يظهر علي شكل زعانف علي المصبوب .

ثانياً :- عيوب المصبوب الناشئة من القالب .

القوالب الرديئة أو المعيبة لا يصلح إستخدامها في عمليات السباكة وتكون مصدراً لعيوب المصبوبات ، ولذلك يجب فحص القوالب وفيما يلي العيوب الناتجة من القوالب .

١- عدم المطابقة لمحددات القياس أو الحجم :-

فالقوالب التي تكون أبعادها غير صحيحة تنتج مصبوباً بأبعاد غير مطلوبة ويمكن مراجعة أبعاد القوالب بمحددات القياس أثناء عمليات التشطيب وإستبعاد القوالب التي لا تتطابق أبعادها مع الأبعاد المطلوبة .

٢- إلتصاق القالب عند إستعمال بعض مخاليط الرمل :-

تنشأ عيوب نتيجة لإلتصاقها بصندوق القالب ، والرمل الملتصق بالصندوق يجعل القالب سطحاً خشناً تؤثر في المصبوب ، ويمكن إستبعاد مثل هذه القوالب .
ولذلك لابد من إستعمال عامل فاصل علي سطح الصندوق أو في الرمل ، ويمكن تنظيف الصندوق بالكيروسين من وقت لآخر ويمكن إضافة العوامل المساعدة علي الإنفصال إلي الرمل ليساعد علي سحب القالب دون إلتصاق .

٣- عدم الدقة في تجميع القالب :-

عند ضم أجزاء القوالب إلي بعضها قد تتغير أوضاعها أو لا تتطابق جيداً فتسبب أخطاء في الأبعاد .

١- الرمل السائب :-

إذا كان بالقالب رمل سائب فإنه قد يصبح محتبساً في داخل المصبوب أو يظهر علي سطحه ويجب إستبعاد مثل ذلك .

٢- الزعانف :-

يجب تنظيف القوالب من جميع الزعانف والنتوءات الموجودة بها وذلك أثناء عمليات التشطيب إذ إنها سوف تتسبب في ظهور تجاويف بالمصبوب .

٣- الشدوخ :-

القوالب المشدوخة ويحدث ذلك بعد عملية التحميص في بعض القوالب تظهر شدوخ علي سطحها وقد يتسرب المعدن إلي داخل هذه الشدوخ وينتج زعانف للمصبوب لذلك تستبعد مثل هذه القوالب .

٢/٦ السباكة بالقالب المجزأ (خطوات إعداد القالب – مراحل السباكة)

السباكة بالقالب المجزأ :-

يستخدم هذا الاسلوب فى صناعة التماثيل وذلك نظرآ لصعوبة سباكة التماثيل بواسطة السباكة بالرمل . لما لها من تفاصيل بارزة وكذلك وزن التمثال المصمت .

لذلك تسبك التماثيل بواسطة قالب مجزأ .

القالب المجزأ : هو قالب يتكون من عدة أجزاء تأخذ شكل التمثال المطلوب ، يصنع له قالب خارجى يسمى القالب الأم ويمكن بواسطة قالب الأم ربط جميع أجزاء القالب المجزأ بعد تجميعها لتكوين التمثال المطلوب والتماثيل ذات الأسطح الصغيرة تسبك غالبآ فى قوالب مصنوعة من جبس ومسحوق الطوب الأحمر وفائدة مسحوق الطوب الأحمر معالجة التشقق الناتج من إستخدام الجبس بمفردة عند إجراء عملية التجفيف (التحميص) .

خطوات إعداد القالب

عند إجراء عملية السباكة للتماثيل فإن خطوات إعداد القالب هى :

تقسيم التمثال الى أجزاء مع ملاحظة أن يكون خط الاتصال بعيداً عن الأجزاء التى بها التفاصيل .

١- القالب المجزأ .

٢- القالب الأم .

٣- النموذج من الشمع المفرغ .

٤- الدليك : وهو الذى يملأ الفراغ الداخلى للنموذج الشمعى ويسمى بالحشو الداخلى .

الخطوات التنفيذية لعمل القالب :

١- نحضر التمثال المراد نسخه ويدهن بمادة عازلة زيت أو صابون .

٢- يقسم التمثال الى أجزاء بعيدآ عن مناطق التفاصيل وتوضع الفواصل ويصب خليط من مسحوق جبس باريسى ومسحوق الطوب الأحمر على التمثال وبعد جفافه يفك القالب المجزأ ويخرج التمثال ويكون الفراغ الداخلى مماثلاً لنسخة التمثال .

٣- نحصل على القالب الأم بصب الخليط (جبس باريسى – مسحوق الحمرة) على القالب المجزأ بدقة وحرص تام لتلاشى أى فقاقيع هوائية تسبب البخبخة ويترك ليجف .

٤- القالب الشمعى

نحصل على التمثال الشمعى المفرغ بصب الشمع داخل القالب المجزأ وهو فى حالة انصهار وعندما يبرد يغير لونه الى الفاتح وعندما ترى سمك الشمع المتجمد المناسب لسمك التمثال المراد صبه ، نفرغ باقى الشمع ويتركب الخليط الشمعى المستخدم من :

٢ جزء قلفونية + ٢ جزء برافين + ١ جزء شمع عسل (الشمع الاسكندرانى) .

ويخلط شمع العسل والقلفونية والبرافين ويوضع الخليط على نار هادئه .

٥- الدليك الداخلى :

يصنع من خليط (جبس باريسى – مسحوق الحمرة – جزء من النشارة) ويصب داخل التمثال الشمعى المحاط بالقالب الام ويمرر به أسلاك للتثبيت والتقوية أثناء الصب .

مراحل السباكة :-

١- التخلص من القالب الشمعى

يتم صهر الشمع بتعرضه لدرجة حرارة وتحميص القالب فيصبح الشمع فى حالة منصهره ، يفرغ الشمع بتحريك القالب الى أسفل فنحصل على القالب الام والدليك وبينهما فراغ الشمع المفقود الذى يحدد معالم التمثال المراد صبه والبعد بين الدليك والقالب الام هو سمك المعدن وأسلاك التقوية والمصب .

٢- صب المعدن :

يصب المعدن وهوفى حالة منصهره فيملاء الفراغ بين الدليك والقالب الام .

٣- يترك القالب حتى يبرد تماماً بعيداً عن التيارات الهوائية حتى لا يتشوه التمثال المصبوب .

٤- يزال القالب والدليك ويقص أسلاك التقوية والتثبيت .

٥- يتم التشطيب بالمبارد وماكينة الفريزة ذات الخرطوم للأشغال الدقيقة نحصل على التمثال المطلوب .

٣/٦ السباكة بالشمع المفقود (خطوات تنفيذها بإسلوب الشجرة)

Lost Waxmethod

تسمى هذه الطريقة إما سباكة الشمع أو السباكة الدقيقة أو السباكة ذات النموذج المنصهر . وتستخدم هذه الطريقة فى الإنتاج الكمى للمسبوكات ، ويمكن لهذه الطريقة الحصول على مسبوكات ذات سطوح ناعمة تستخدم بدون عمليات تشغيل .

خطوات تنفيذها بإسلوب الشجرة .

وتتلخص هذه الطريقة فيما يلى :

١- تجهيز النموذج من الشمع .

٢- عمل القالب المطاطى .

٣- النماذج الشمعية .

٤- الغلاف الحرارى .

١- عمل النموذج

يعتبر النموذج هو أساس عملية السباكة ويتم تجهيزه بحيث يكون نسخة طبق الأصل من المسبوك المراد إنتاجه

أ- **عمل نموذج شمعى**

١- **التشكيل المباشر :**

وذلك بالتشكيل المباشر للشمع حيث أن الشمع مادة سهلة التشكيل ويمكن تشكيلها بواسطة أدوات خاصة .

٢- **التشكيل عن طريق الصب :**

وذلك بصب الشمع فى فراغ قالب معين فيأخذ الشمع شكل فراغ القالب وذلك فى إنتاج الوحدة وعندما يراد إنتاج كمى (الشجرة) يتطلب ذلك عمل نموذج معدنى

عمل نموذج معدنى : إما من النموذج الشمعى ويجرى عليه خطوات السباكة بالشمع المفقود والصب المعدنى – إما وجود نموذج معدنى .

٣-عمل القالب المطاطى :

لقد تم إبتكار قوالب المطاط المكتشف فى امريكا بعد الحرب العالمية الثانية بقليل وهذه القوالب يتم صنعها بواسطة النموذج المعدنى لحقنها بالشمع وإستنساخ النماذج الشمعية .

استخدام مطاط القوالب Moulding Rubber

وهو يناسب تقنيات صنع القالب حيث يتم فلكنته (تصليده) في درجة حرارة (١٦٥ ْ – ١٧٧ ْم) لمدة ١٥ دقيقة لكل طبقة تخانتها ٦مم بواسطة المكبس إضافة إلى ذلك إنه مادة لينه متماسكة سهل القطع وسهولة إخراج النموذج منه كما أنه يستعمل في الصب المباشر للمعادن حتى درجة حرارة

(٣١٥ ْم).

٢- الخطوات المتبعة لتشكيل القالب المطاطى :-

١- التأكد من نظافة النموذج وجفافه كما يجب تنظيف المطاط بالتنر أو البنزين .

٢- يحدد مساحات طبقات المطاط السيلكوني بما يتناسب مع الفراغ الداخلي للقالب وحجم النموذج .

٣- يتم تقطيع عدد ٦ أو ٨ قطع وذلك حسب مقاس إرتفاع القالب المعدني (الإسطمبة) علماً بأن تخانة المطاط $\frac{1}{8}$ بوصة .

٤- إزلة الغشاء البلاستيكي من على سطح المطاط .

٥- توضع الشرائح فوق بعضها بإنتظام إلى مجموعتين متساويتين حسب سمك النموذج المراد عمل قالب له .

٦- يحدد أماكن الدلائل في أحد المجموعتين بوضع عدد ٤ كبسولات معدنية في أركان الطبقة التى تلامس النموذج في هذه المجموعة ثم يغطى السطح ببودرة تلك حتى نتجنب التصاق المجموعتين عن الفلكنة .

٧- يوضع أحد المجموعتين (نصف القالب المطاطى) في الهيكل ثم يوضع النموذج في منتصفه

٨- توضع المجموعة الأخرى (نصف القالب المطاطى العلوي) في هيكل القالب بدقة شديدة

٩- الفلكنة : ينقل بعد ذلك هيكل القالب إلى فرن التصليد ليتم عملية الطبخ .

١٠- يتم إخراج القالب المطاطى من هيكل القالب المعدني وتبريده ثم يتم فصل نصفى القالب المطاطى وإخراج النموذج المعدني ونحصل على قالب معد للحقن بالشمع لنسخ أي عدد من النماذج الشمعية .

ملحوظة:

في حالة إذا لم تستعمل الكبسولات كدلائل لنصفى القالب فإنه يمكن فصل نصفى القالب بالقطع بعد الفلكنة مباشرة لأنها سهلة القطع في هذه الحالة ويمكن أن يتم القطع بحيث يكون مشرشراً بما يسمح بإغلاق محكم لنصفى القالب كدليل وينثر مسحوق البودرة وذلك لمنع الإلتصاق .كما هو مبين بالشكل (٦-٣)

٣- النماذج الشمعية

نحصل على نماذج شمعية متكررة وذلك بحقن الشمع في حالة منصهرة داخل القالب ويتم ذلك بالأتي :

١- تجهيز الشمع : توضع كمية من الشمع في المحقن (المضخة) وذلك لصهرها مع ضبط درجة الحرارة ٦٥ْم لمدة ١٥ دقيقة ويجب ألا تتجاوز ٧٥ْم .

٢- بعد انصهار الشمع ووصوله للزوجة اللازمة يتم حقن الشمع في فتحة المصب للقالب ويخرج الشمع تحت ضغط مع ملاحظة أن الضغط الزائد يؤدى لخروج الشمع المنصهر على جوانب القالب ونحصل على الضغط بواسطة الكباس الموجود بالحاقن .

٣- بعد عملية حقن القالب يترك لمدة دقيقتين حتى يجف النموذج الشمعي .

٤- يتم فصل نصفى القالب بدقة وحرص تام لإخراج النموذج الشمعي .

٥- يتم تكرار السابق للحصول على نماذج شمعية حسب الكم المطلوب

شكل (٦ – ٣)

<u>عمل شجرة النموذج</u>

<u>خطوات تنفيذ الشجرة : -</u>

١- تثبت المصب الرئيسي (عامود الشجرة الشمعية) في القاعدة المطاطية (الإسطوانة) .

٢- يتم لحام النماذج الشمعية ملحق بها المصب الفرعي بالمصب الرئيسي بواسطة أداه لحام معدنية ساخنة مع مراعاة .

- المسافة بين النماذج الشمعية لا تقل عن ٢مم وتبعد عن حافة الإسطوانة ٥مم .

- كما يجب أن نثبت النماذج حول المصب الرئيسي في شكل حلزوني لإنسياب المعدن أثناء الصب

ويوضح شكل (٦ – ٤) نماذج من الشجرة

٤- الغلاف الحراري

تغطي الشجرة والنماذج الشمعية بخليط حراري تكون قالب خارجي لها وبتحميص هذا القالب الحراري ينصهر الشمع وينساب خارج القالب تاركاً فراغاً داخل القالب وبصب مصهور المعدن في فراغ الشمع ينتج لنا شجرة من المعدن فنحصل على نماذج معدنية منسوخة طبق الأصل من النماذج الشمعية .

الخطوات المتبعة للغلاف الحرارى :

١- بعد تثبيت شجرة النماذج على الطبق المطاطى توضع الإسطوانة (وعاء صلب) حول الشجرة بحيث تثبت من أسفل فى الطبق المطاطى .

٢- يحضر خليط الغلاف الحراري (الجبس الحراري) والخليط يكون لكل ١٠٠ جرام مادة الجبس الحراري ٤٠ سم٣ ماء ثم يوضع في جهاز خلخلة الهواء لمدة دقيقتان .

٣- يتم سكب الخليط في الإسطوانة حول النماذج الشمعية وبهدوء حتى لا تتحطم الشجرة .

٤- تترك الإسطوانة حتى يجف الجبس لمدة ٦٠ دقيقة ثم ترفع القاعدة المطاطية .

نماذج من الشجر الشمعية

شكل رقم { ٦-٤ }

خطوات إجراء عملية السباكة بالشمع المفقود

أولاً: - إزالة الشمع والإحراق التام .

وتتم هذه العملية على أربع مراحل .

١- إزالة الشمع : حيث تزال غالبية الشمع بصهره وجعله يسيل خارج القالب .

٢- تجفيف القالب : حيث يزال الماء بالحرارة .

٣- الإحراق : يتم أكسدة الكربون المتبقى من نموذج الشمع .

٤- تثبيت درجة حرارة الصب : حيث يثبت القالب عند درجة حرارة الصب .

ثانياً : - الصهر والصب .

١- يتم صهر المعدن في أفران خاصة ويتزامن صهر المعدن مع فترة وزمن الإحراق للقالب بحيث تكون درجة الحرارة متجانسة للمصهور ودرجة حرارة القالب ، وإذا وجد إختلاف فى درجة الحرارة بين المصهور والقالب (الغلاف) يحدث ذلك تفكك لمادة الغلاف .

٢- بعد صب المعدن في القالب يترك القالب ليبرد ثم بعد ذلك نحصل على شجرة من المعدن (عدد كمي من النماذج المنسوخة من المعدن المراد عمل النماذج منه) .

٣- التشطيب تجرى عملية التشطيب اللازمة حسب المنتج وتنشر الزوائد وتهذب ويكون المسبوك بدرجة عالية من الجودة ودقة التفاصيل التى لا يمكن الحصول عليها بأي إسلوب تشكيل أخر .

تدريبات على الباب السادس

س١ عرف عملية السباكة ، ثم عدد الخطوات المتبعة في التجهيز لعملية السباكة ؟

س٢ عدد مراحل ختم النموذج مع الشرح ؟

س٣ عدد خمسة من عيوب المسبوكات وطرق علاجها ؟

س٤ بين الخطوات المتبعة في إعداد القالب في السباكة بالقالب المجزأ ؟

س٥ وضح مكونات الخليط الشمعي المستخدم في السباكة بالقالب المجزأ ؟

س٦ في السباكة بالشمع المفقود :

أ- تجهيز النموذج الشمعي ؟

ب- بين كيفية عمل القالب المطاطى ؟

جـ- وضح كيفية عمل شجرة النماذج ؟

د - بين الخطوات المتبعة في تنفيذ الغلاف الحراري ؟

س٧ وضح الخطوات المتبعة لإجراء عملية السباكة بالشمع المفقود ؟

<u>س٨ ضع علامة صح أمام العبارة الصحيحة وعلام خطأ أمام العبارة الخطأ مع تصويب الخطأ</u>

١- يتم صب المعدن في التشكيل بالسباكة وهو في حالة لدنه . ( )

٢- من صفات رمل السباكة تحمل درجات الحرارة العالية . ( )

٣- يراعى عند صب المعدن أن يكون إنسيابه داخل القالب ببطء وبتدريج . ( )

٤- القوالب التى أبعادها غير صحيحة تنتج مسبوكات بأبعاد صحيحة . ( )

٥- يتم لحام النموذج الشمعية في الشجرة بأداة لحام معدنية باردة . ( )

٦- يتم تشطيب المسبوكات الدقيقة بماكينة الفريزة ذات الخرطوم . ( )

٧- ينظف المطاط في السباكة بالشمع المفقود بالماء والصابون . ( )

٨- يسكب الخليط غير الحراري في الأسطوانة حول النماذج الشمعية بهدوء حتى لا تتحطم الشجرة . ( )

الباب السابع

معالجة الأسطح المعدنية

٧ /١- أساليب تطبيق المينا على الأسطح المعدنية .

- المينا المحجزة بالسلك (كلوزنية) – المينا بالتفريغ (أجور)
- مينا المطبقة على تشكيل البارز والغائر
- المينا المتجاورة (الأميرية) .

٢/٧- تلوين الأسطح المعدنية (الأكسدة) .

٧-١أساليب تطبيق المينا على الأسطح المعدنية

المينا مادة زجاجية شفافة تنصهر وتلتصق بسطح المعدن في درجة حرارة عالية وهي تكتسب الألوان بإضافة أكاسيد المعادن المختلفة ، كما إنها تكون صلدة أو متوسطة الطلاء أو سهلة الخدش .

ويتوقف ذلك علي كمية السيلكا الموجودة بها .

تكوين المينا

١- السيلكا :-

هي مادة أساسية في تكوين المينا مضاف إليها مواد أخري وتتوقف درجة التمدد والإنكماش المناسبة بين المينا والمعدن علي التجانس بين المواد المضافة و السيلكا وفيما يلي بيان بمعدل إضافة المواد وتأثير كل مادة .

البوراكس :-

يتوقف علي وجود كمية البوراكس في تركيب المينا مقدار تأثيرها بتغيرات الحرارة كما يساعد وجود البوراكس علي قابلية المينا للإختلاط بأكاسيد المعادن كما أنه إذا زادت كمية البوراكس في المينا قلت درجة ليونتها .

الصودا و البوتاس :-

هما القلويتان اللتان تضيف اللمعة للمينا وإذا زادت نسبتهما في تكوين المينا زادت درجة لدونتها .

أكسيد الرصاص :-

إضافة أكسيد الرصاص إلي مكونات المينا يجعلها صلدة أو لدنة أي يساعد علي خفض درجة إنصهارها وإذا زاد أكسيد الرصاص عن المعدن جعل المينا سهلة الخدش .

الجير :-

بإضافة كربونات الكالسيوم أو الماغنسيوم يعمل علي عدم ذوبان المينا في الماء كما يعمل علي خفض درجة إنصهارها .

أكاسيد المعادن :-

تكتسب المينا الألوان عن طريق إضافة أكاسيد المعادن المختلفة

إعداد وتجهيز المينا

١- خطوات إعداد المينا الأساسية :-

١- تجهز المواد المكونة وهي السيلكا و البوراكس و الصودا و البوتاس والجير و أكسيد الرصاص و أكسيد المعادن بالنسب المطلوبة ، وتخلط ببعضها جيداً علي شكل مسحوق ناعم .

٢- يوضع المسحوق في بوتقة وتصهر في درجة حرارة من ٩٣٠° إلي ١٣٢٠° مئوية في فرن صهر .

٣- تظل في حالة إنصهار داخل الفرن حتى ينعدم فيها الفقاقيع الناتجة من غازات التفاعل وتحتاج هذه العملية إلي حوالي ١٥ ساعة تقريباً .

٤- بعد إنعدام الفقاقيع يكون قد تم خلط المواد ببعضها خلطاً متجانساً ثم يصب الخليط في وعاء به ماء بارد فيتفتت إلي قطع صغيرة .

٥- يتم جرشها أو طحنها إلي مسحوق ، ثم تسحق المينا إلي درجات معلومة مختلفة تتراوح بين

٦٠ : ٢٠٠ ميش
درجة ٦٠ أي نعومة المينا التي تمر من شبكة عدد فتحاتها الموجودة في البوصة المربعة ٦٠ فتحة
درجة ٢٠٠ أي نعومة المينا التي تمر من شبكة عدد فتحاتها الموجودة في البوصة المربعة ٢٠٠ فتحة وعادة تتم عملية الطحن قبل إستعمالها مباشرة .

٢- تجهيز المينا للإستخدام :-

قبل إستعمال المينا تجري عليها عدة عمليات أهمها التنظيف والتجهيز .

١- تسحق المينا بدرجات عليها مختلفة من النعومة حسب الغرض المستخدم وتتراوح درجة النعومة من ٦٠ إلي ٢٠٠ ميش وهي عدد الفتحات في البوصة المربعة .
ويتم السحق والتكسير بوضعها داخل قطع قماش قوية أو جلد نظيفة ويطرق عليها عدة طرقات بالمطرقة فتتكسر إلي قطع صغيرة .

٢- السحق :- ويتم بواسطة هون له يد من العقيق ويتم ذلك بوضع كمية من المينا المكسرة حتى $\frac{١}{٣}$ عمق الهون ويغطي بالماء المقطر .

٣- ونستمر في عملية الطحن بالدق بيد الهون وتتفتت المينا وبذلك يصبح الماء عكر ويوضع ماء نظيف وتكرر هذه العملية وتستمر في عملية الطحن هذه حتى نحصل علي درجة النعومة المطلوبة

٤- نكرر تغيير الماء العكر عدة مرات بماء نظيف مع إستمرار الطحن .

٥- تقلب المينا بيد الهون لمدة دقائق ثم تترك فترة وجيزة لتترسب المينا بالهون .

٦- عندما تتم عملية الطحن بدرجة النعومة المطلوبة وتتم عملية التنظيف بتغيير الماء العكر حتى يصبح ماء رائقاً تضاف ٥ – ٨ قطرات من حامض النتريك المركز ويقلب بيد الهون لمدة ٣ – ٥ دقيقة .

٧- التخلص من الحامض تماماً وذلك بالغسل بالماء وتغيير الماء من ٦ أو ٧ غسلات بعد ذلك تكون المينا جاهزة للاستخدام .

تأثير الحامض علي المينا أثناء تجهيزها :-

١- يذيب الحمض أي عناصر معدنية تكون قد إنفصلت عن المينا أثناء السحق .

٢- يذيب الحمض أي عناصر سيولوزية التي تكون عالق بالمينا .

٣- يذيب الحمض أي عناصر قلوية بالتعادل مع الحامض .

٤- يزيد الحمض من درجة صلابة وشفافية المينا لذلك يجب أن تقلل عدد قطرات الحمض المضافة وكذلك التأكد من إزالة اثر الحمض بتكرار الغسيل .

إعداد سطح المعدن قبل تطبيق المينا :-

النحاس الأحمر هو أكثر المعادن إستعمالاً في أشغال المينا وذلك لرخص ثمنه وصلابته قياساً بالذهب والفضة .

ولإعداد سطح النحاس الأحمر المراد تطبيق المينا عليه بعد تشكيله بالشكل المطلوب يجري عليه العمليات الأتية :-

١- تخمر الشغلة المراد تطبيق المينا عليها للتخلص من الإجهادات و التصلد الانفعالي وتترك لتبرد .

٢- توضع في حوض الغلاية به حمض كبريتك مخفف { ١ : ١٠ } حتى تتأكد من أن الحامض قد أزال طبقة الأكسدة التي تكونت علي سطح المعدن .

٣- تغسل الشغلة بالماء بعد رفعها من حوض الغلاية لإزالة أثار الحامض .

٤- تنظف الشغلة بواسطة فرشاه ذات شعرات صلبة أو سلك صلب ومسحوق الخفاف لإزالة أي مواد دهنية أو شوائب معلقة بالسطح وكذلك تكوين سطح خشن ولامع .

٥- تجفف الشغلة تماماً مع عدم لمسها باليد ثم توضع الشغلة مجاورة للفرن أمام الفوهة للتخلص من أي رطوبة بالشغلة وبذلك يكون السطح معد لاستقبال عملية تطبيق المينا .

المينا المحجزة بالسلك { كلوزنية- المينا بالتفريغ { أجور }

هناك أساليب عديدة لتطبيق المينا :-

المينا المحجزة بالسلك { كلوزنية }

الخطوات العملية للتطبيق المينا بأسلوب المحجزة بالسلك { كلوزنية } :-

١- نحضر التصميم المراد تنفيذه بأسلوب المحجزة بالسلك { كلوزنية } وينقل علي ورقة بواسطة الشف أو التصوير .

٢- يجهز السلك المطلوب استعماله عن طريق سحبه للمقطع المطلوب بحيث يكون مستطيل المقطع من معدن { الذهب أو الفضة أو النحاس الأحمر } حسب معدن الشغلة .

٣- يشكل السلك بواسطة الزرديات و الجفت طبقاً لخطوط التصميم وشكل المناطق المحجزة بالأسلاك .

٤- تنقل الأسلاك إلي سطح الشغلة كما في التصميم وتثبت بالسطح .

أ- أما بالدكسترين { نشا معالج حرارياً } .

ب- أما بالصمغ الخاص { عند الحرق لا يتصاعد ثاني أكسيد الكربون } .

جـ- بدهان طبقة من الفولكس ثم تحرق في الفرن في درجة منخفضة حتى تنصهر فتثبت الأسلاك بعد التبريد .

٥- ترص الألوان بين فواصل الأسلاك حسب التصميم بدرجات اللون المطلوبة مع مراعاة عملية تجانس سطح المينا أثناء عملية الرص { الملأ } بحيث يكون مستوي الملأ اقل من طول مقطع السلك .

٦- بعد الانتهاء من عملية رص المينا تترك بجوار الفرن لتجف تماماً من الرطوبة قبل عملية الحرق أو الصهر .

٧- توضع الشغلة علي كرسي من الصاج ثم توضع في الفرن بحزر وعدم اهتزاز الشغلة .

٨- تراقب الشغلة أثناء وجودها في الفرن حتى تصهر المينا ثم تسحب الشغلة خارج الفرن وتترك بجوار الفرن لتبرد بالتدريج بعيداً عن تيار الهواء لمنع تشققها .

٩- تفحص الشغلة وإذا وجدت أجزاء تحتاج للملأ تملأ ثانياً وتوضع في الفرن وهكذا تكرر عملية الملأ حتى نحصل علي مساحات متساوية تماماً .

١٠- بعد التسوية { حرق } كل الألوان بالشغلة يمكن تسوية سطح المينا للمناطق المرتفعة عن الأسلاك المحجزة بواسطة الإزالة بحجز الكربورندم ثم توضع في الفرن لإعادة لمعتها .

ويراعي عند عملية الحرق للألوان المتعددة يجب وضع اللون الناشف أولاً ويليه الأقل نشوفة ثم اللون الطري وليس العكس حتى لا تحترق الألوان وتفقد مظهرها . كما يلاحظ تغطية سطح الشغلة في بدأ العملية بطبقة من المينا { البطانة } للمحافظة عليها أثناء التمدد والانكماش منعاً للالتواء .

المينا بالتفريغ { أجور }

الخطوات العملية لتطبيق المينا بإسلوب التفريغ { أجور } :-

١- نحضر الشغلة المراد تطبيق المينا عليها بإسلوب التفريغ ويكون التفريغ :

إما بين حواجز من السلك أو فراغات { فتحات } بواسطة منشار التفريغ وفي هذه الحالة تستخدم المينا الشفافة ولا يزيد الفراغ عن $\frac{1}{2}$ سم تقريباً مع تجنب الزوايا الحادة ولا يقل سمك المعدن المفرغ أو سمك السلك عن ١مم .

٢- يتم رص المينا الشفافة بطبقة رقيقة تملأ الفراغات التي ليس بها ظهر معدن ويكون ظهرها الميكا التي لا تلتصق بالمينا أثناء الحرق .

٣- يتم حرق المينا الشفافة داخل الفرن وبتكرار العملية حتى يتم ملأ جميع الفراغات بالألوان المطلوبة حسب التصميم .

٤- بعد تمام الحرق والملأ ويفضل ألا يزيد الملأ و الحرق عن مرتان مع حك أي لون زائد وتجري عملية التشطيب بحجر الكربوراندم الناعم جداً وتحرق حرقة أخري للتلميع .

<u>المينا المطبقة علي تشكيل البارز والغائر</u>

١- تطبيق المينا علي الأسطح المعدنية بعد تشكيل البارز والغائر بإحدي الطرق الأتية :-

أ- الحفر اليدوي .   ب- الحفر بالأحماض .   جـ- السك بالإسطمبات .

ويستخدم المعدن في هذه الحالة بسمك من ١ مم : ١.٥ مم علي ألا يتجاوز الحفر نصف سمك المعدن .

٢- تستخدم الألوان الشفافة عادة في ملأ الفراغات بين البارز والغائر لنحصل علي تدرج لوني حسب عمق الحفر كما يمكن إستخدام المينا المعتمة الطرية أو المتوسطة المسحوقة سحقاً ناعماً والذي يسمح برصها في الفجوات الصغيرة علي أن تكون هذه الألوان ذات درجة حرارة إنصهار واحدة .

٣- الصهر : ترص المينا بطبقات رقيقة ويتم الحرق بعد كل طبقة كما هو الحال في المحجزة بالأسلاك ويترك في أماكن بعيدة عن التيارات الهوائية حتى تبرد .

٤- التشطيب : ينظف سطح المعدن الذي لم يغطي بإزالة أي أجزاء من المينا عالقة به ويجري علي الشغلة عمليات الأكسدة والتلوين أو عمليات الطلاء حسب المطلوب .

<u>المينا المتجاورة (الأميرية)</u>

هي إسلوب من أساليب تطبيق المينا .

<u>خطوات تطبيق المينا الأميرية :-</u>

١- تنظيف سطح المعدن جيداً من الدهون والشوائب ٠

٢- ملأ مينا البطانة : تغطى القطعة المعدنية جيداً بمينا البطانة للوجه والظهر ثم تحرق المينا

٣- ملأ مينا الأساس ، في هذه الحالة يكون سطح المعدن مغطى تماما بطبقة من المينا البطانة وترص المينا حسب التصميم بحيث تكون متجاورة دون فواصل وتتجاور في حدود مسطح لون المينا وتتطلب دقة متناهية في الرص والتجاور حتى تكون الخطوط الحدودية منتظمة تماماً وعدم خلط الألوان مع بعضها أو المزج مما يشوه المظهر اللوني ٠

٤- يتم تجفيف المينا في جو جاف بعيداً عن التيارات الهوائية وتحمل إلى الفرن بحرص شديد

٥- يتم الحرق بدرجة حرارة بمراجعة درجة الصهر ، ثم تترك القطعة بعد الحرق في جو جاف حتى لا يتشقق السطح ٠

٦- في حالة إحتياج ترميم لونى لابد من إجراء الترميم وملأ الفراغات أو الفجوات ثم يتم الحرق ثانياً حتى نحصل على السطح اللوني المطلوب ٠

العيوب الشائعة فى تطبيق المينا وطرق علاجها

١- عيوب قبل الحرق وطرق علاجها .

طفو حبيبات المينا أثناء الحرق .

طرق العلاج:-

أ- التأكد من تجفيف المينا قبل الصهر تماماً .

٢- عيوب البخبخة { مسام أو ثقوب } علي سطح المينا بعد الحرق

تنتج من الملأ غير السليم وتكون أيضاً من عدم التنظيف للسطح وكذلك لوجود شوائب ببودر المينا والتخزين غير الصحيح في أوعية يتسرب إليها الهواء والرطوبة .

طرق العلاج :-

أ- التخزين الصحيح لبودر المينا .

ب- تنظيف سطح المينا جيداً قبل الملأ .

جـ- الترميم للمسام أو الثقوب بثقب ثقباً أكبر ثم إضافة مزيد من المينا إلي الثقب ثم الحرق .

٣- قوة تماسك سلك المينا مع سطح المعدن

تتوقف قوة التماسك علي درجة نظافة السطح حيث يؤدي عدم نظافة السطح إلي عدم تماسك طبقة المينا مع سطح المعدن وإنفصالها أو تطايرها بعد ذلك .

طرق العلاج :-

أ- ينظف السطح جيداً قبل الملأ .

ب- يجب حك الأماكن التي إنفصلت عنها طبقة المينا بحجر الكربوراندم ثم تنظف جيداً ثم تغسل بالماء ثم يعاد ملؤها بمسحوق المينا ويعاد حرقها مرة ثانية .

٤- الانتشار السطحى { التشقق }

ينتج هذا العيب عندما تكون طبقة المينا سميكة وغير متجانسة يؤدي ذلك إلي تشقق الطبقة أثناء عملية التبريد .

طرق العلاج :-

أ- تجنب التبريد السريع بعيداً عن التيارات الهوائية .

ب- تجنب وضع طبقة المينا المناسبة عند كل حرقة .

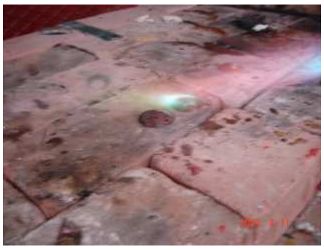
٥- **درجة اللمعان .**

تتوقف درجة لمعان طبقة المينا علي مدي درجة الحريق الصحيحة والمدة التي تتم فيها عملية الحرق ، حيث تتأثر درجة اللمعان بدرجة حرارة الحرق إذا كانت الدرجة أقل وكذلك إذا كانت مدة الحرق أطول من اللازم .

طرق العلاج :-

أ- الحرق في درجة مناسبة .   ب- المدة المناسبة لدرجة الأنصهار .

جدولة تصورية لمراحل تطبيق المينا الحرارية

أولا : مراحل إعداد سطح المشغولة	
التخمير بالبوري **نخمر المشغولة الفنية في الفرن أو بالبورى إلى درجة الأحمرار إذا كانت ستغطى بمينا شفافة أو إلى درجة حرارة أعلى إذا إستعملت الألوان المعتمة، للتخلص من المواد الدهنية.**	
حامض الكبريت المخفف **تغمس المشغولة في حوض حامض الكبريت المخفف بنسبة ١ جزء حامض و٨ أجزاء ماء نقى وتترك بالحوض حتى يزيل الحامض طبقة الأكسيد التي تكونت على سطح النحاس في مدة تتراوح بين ١٠، ١٥ دقيقة**	

الغسيل بالماء تغسل بالماء الجاري حتى تزيل آثار الحامض	
مسحوق الخفاف تغسل المشغولة بفرشاة ذات شعيرات صلبه أو سلك صلب بمسحوق الخفاف الذي يساعد على تكوين سطح خشن لامع قابل للإلتصاق بالمينا.	
تابع : مراحل إعداد سطح المشغولة	
الشكل النهائي للمشغولة المشغولة بعد التنظيف وقبل تطبيق المينا لمس المشغولة باليد !؟؟ ينصح بعدم لمس المشغولات باليد قبل تطبيق المينا لأن ذلك يعنى ضياع المجهود السابق.	
عملية التلميع تجرى عملية التلميع بتغطيسها في محلول من ١ جزء حامض كبريتيك نقى، ١ جزء حامض نيتريك نقى مع قليل من ملح الطعام ويطلق على هذا المحلول حوض الشطيف	

ثانيا: أدوات تستخدم في حرق المينا أو تسوية المينا على المشغولة	
فرن كهربائي لتسوية المينا	

حامل الحريق توضع المشغولة على حامل الحريق أمام فوهة الفرن وتدار القطعة حتى تصل الحرارة إلى كل مناطقها بالتساوى على ألا تتعدى درجة حرارة القطعة ٢٠٠°م تقريباً فى حالة النحاس النقى تماماً فلا تتكون على سطح النحاس طبقة كبيرة من الأكسيد، ويصبح لونه ذهبياً غامقاً	
حجر كربوراندم	

ثالثا : مراحل التطبيق	
سحق المينا تسحق المينا جيداً للتأكد من خلوها من أى مواد غريبة أو شوائب. وكذلك للتأكد من تساوى درجات نعومة الألوان المختلفة المستعملة فى القطعة الواحدة.	
حامض النيتريك المركز يضاف من ٥ – ٨ قطرات من حامض النيتريك المركز ويقلب باليد العقيقية لمدة من ٣ – ٥ دقائق دون ضغط حتى تتجنب إزدياد نعومة المينا أو تكوين عكارة، يذيب أي عناصر معدنية قد إنفصلت عن المينا أثناء السحق ويذيب العناصر السليلوزية التى تكون عالقة بالمينا، كما يزيد من درجة صلابة المينا وبالأخص الشفافة منها لذلك يجب أن تقلل عدد القطرات المضافة إلى الهاون أو قد غض النظر عن إستعمال الحمض. وبعد ذلك يجب التخلص من الحمض تماماً بواسطة	

الغسيل بالماء كما سبق.	
غسيل المينا بالماء **تغسل المينا بالماء وتترك دقائق لتترسب المينا ويصب الماء الزائد وتتكرر العملية للتأكد من خلو المينا نم أى مواد عالقة**	
تعبئة المينا **تنقل المينا من الهاون إلى وعاء زجاجى بغطاء وتغطى بالماء المقطر حتى يتم الإنتهاء من سحق جميع الألوان.**	

تابع : مراحل التطبيق	
حفظ المينا بالأوعية الزجاجية **عندما تسحق الألوان كلها وتوضع فى أوعية زجاجية تحت الماء المقطر، يمكن الإحتفاظ بها مدة طويلة، ولكنه يفضل إستعمال الألوان بعد سحقها مباشرة لأن الماء حتى ولو كان مقطراً يؤثر على المينا، ويكون على سطحها عكارة يجب إزالتها قبل الإستعمال. وإذا زادت مدة ترك الألوان التى تستعمل فى الأعمال الدقيقة عن ثلاثة أيام، فإنه يجب ان تعاد إلى الهاون ويضاف إليها قطرة أو قطرتين من حامض النيتريك ويعاد غسلها من جديد.**	

تابع : تطبيق المينا	

عملية تطبيق أو رص المينا توزع الألوان حسب التصميم بالفرشاة ويمكن أن تستخدم سكينة لدمج ذرات المينا بالسطح.	
تجفيف المينا من الماء تترك المشغولة بجوار أوعلى سطح الفرن لتجفيف الماء.	

تابع : تطبيق المينا	
حرق المينا توضع المشغولة بورقة الحرارة على الكرسى أو حامل من الصاج وترفع باليد بواسطة حامل حديد بطول ٦٠ سم تقريبا وباليد الأخرى يفتح الفرن وتوضع لمدة ١٠ دقائق تقريبان تخرج المشغولة بنفس طريقة دخولها الفرن وتترك بالحامل حتى تبرد تماما .	
الصورة توضح مرحلة خروج المشغولة من الفرن	
إمرار حجر الكربوراندم "حجر المسن المتوفر بالسوق" على سطح المشغولة من خلال مرور الماء المستمر على السطح لإزالة المرتفعات الغير مرغوبة، ثم تغسل مرة أخرى كما سبق شرحة	

وتدخل الفرن بنفس الطرق السالفة وذلك لتلميع السطح.وتخرج بشكلها الجميل وألوانها وذلك نحصل على منتج فنى منتهى.	

٢/٧- تلوين الأسطح المعدنية (الأكسدة)

تتم عملية تلوين الأسطح المعدنية إما بالطلاء الكهربي أو الأكسدة ، وعملية الطلاء عرفت منذ القدم ثم تطورت تطوراً كبيراً في الآونة الأخيرة ولقد قام الإنسان منذ القدم بطلاء بعض المعادن بمعادن أخري خاصة معدني الذهب والفضة .

تجهيز وإعداد السطح المعدني تمهيداً لعملية الطلاء :-

يتم التجهيز وإعداد السطح المعدني المراد طلاءه علي المراحل الأتية :-

أولاً :- إزالة المواد العضوية مثل الشحوم والزيوت .

ثانياً :- إزالة المواد غير العضوية مثل بقايا الصدأ .

ثالثاً :- الصقل .

أولاً :- إزالة المواد العضوية .

إزالة الشحوم :-

تتم عملية إزالة الشحوم الناتجة من تعرض غالبية الخامات المعدنية للتلوث بالزيوت والشحوم أثناء عمليات التخزين وكذلك أثناء مراحل التشغيل .

الإزالة بالمحاليل القلوية :-

وهي من طرق التنظيف بإستخدام المحاليل القلوية منذ القدم وفي الوقت الحالي، ويتميز محلول التنظيف بالخواص الأتية :-

- القدرة علي الإذابة و إزالة الشحوم .
- ليس له أثار سامة .
- إزالة أثاره وشطفه بسهولة .

الإزالة بالمذيبات :-

تستخدم المذيبات العضوية في إزالة الزيوت والشحوم من علي سطح المعدن .

ثانياً :- إزالة القشور و إزالة الصدأ :-

يتم إزالة القشور والصدأ من علي سطح المعدن بواسطة الأحماض أو بالغمس في أملاح منصهرة أو بواسطة المعالجة الميكانيكية .

ثالثاً :- الصقل .

تتم عمليات الصقل والتلميع علي سطح المعدن للحصول علي أسطح معدنية ملساء متجانسة تمهيداً لاستقبال عمليات الطلاء الكهربي ويمكن صقل الأسطح المعدنية بأساليب مختلفة مثل الميكانيكي أو الكهربي أو الكيميائي .

الصقل الميكانيكي :-

يتم الصقل بواسطة محاليل بالتحليل الكهربي بإزالة طبقة رقيقة من سطح المعدن بعد التفاعل بالمحلول في وجود التأين بواسطة الكهرباء .

الصقل الكيميائي :-

ويتم ذلك باستخدام محاليل عديدة لإزالة الأكاسيد وتتكون هذه المحاليل عادة من أحماض تتفاعل بسرعة مع سطح المعدن لإزالة طبقة رقيقة تاركة السطوح المعدنية مصقولة .

والهدف من عمليات الصقل عموماً هو الحصول علي سطح نظيف و مستوي تماماً ليكون مهيئاً لاستقبال عملية الطلاء ولنحصل علي النتائج المرجوة .

نظرية عملية الطلاء :-

تعتبر عملية الطلاء الكهربي من أهم الطرق في إنتاج طلاءات معدنية علي نطاق واسع ، والطلاء الكهربي هو ترسيب طبقة معدنية علي الإلكترود بهدف الحصول علي سطح ذي خواص تختلف عن خواص معدن الأساس ، ويستخدم الطلاء الكهربي للحصول علي خواص عديدة مثل النواحي الجمالية أو الوقاية من العوامل الجوية .

عملية الطلاء :-

بعد تنظيف السطح المعدني المراد طلاءه يوضع في حوض الطلاء ونجعل منه مهبطاً في خلية كهر وكيمائية أي في حوض الطلاء المحتوي علي ملح للمعدن المراد ترسيبه ، ولكن يمكن أن يكون من معدن أخر أو من مادة أخري عالية النقالية مثل الجرافيت الذي لا ينحل في حوض الطلاء في شروط التشغيل ، وتتم عملية الطلاء بامرار تيار كهربائي خلال الخلية ، ويمكن أن

يكون منبع الكهرباء عبارة عن بطارية أو مولد تيار مستمر عند تحليل المحلول بتوصيل الكهرباء يترسب علي السطح المعدني الذرات من المصعد { المعدن المراد ترسيبه } فنحصل علي الطلاء المطلوب .

الطلاء بالفضة

ولا تزال محاليل السيانيد هي المستخدمة حتى اليوم علي نطاق واسع في صناعة الطلاء بالفضة ، نظراً لتمتع هذه المحاليل بمزايا عديدة مثل إرتفاع الفاعلية المصعدية و المهبطية والحصول علي خواص طلاء جيدة ، ويمكن تحضير حوض سيانيد الفضة بحل سيانيد الفضة في سيانيد البوتاسيوم أو الصوديوم ليشكل بذلك ملحاً ثنائياً .

أمثلة لأحواض الطلاء بالفضة :-

تركيبة رقم (١)

المادة	النسبة
سيانيد الفضة سيانيد البوتاسيوم كربونات البوتاسيوم ماء	١٢٥ جرام ٢٨٠ جرام ٢٥٠ جرام ٤ لتر
درجة الحرارة حوالي ٣٠° م -	كثافة التيار ٨ – ١٠ أمبير

تركيبة رقم (٢)

المادة	النسبة
كلوريد فضة سيانيد الصوديوم كربونات الصوديوم ماء	٩٥ جرام ١٥٥ جرام ٦٥ جرام ٤ لتر

يمكن طلاء المنتجات بالنحاس أولاً ثم تتم عملية الطلاء بالمحلول لمدة ٤ – ٥ دقائق بكثافة تيار حوالي ١ أمبير ، وانه بسبب الطبيعة السامة لمحاليل السيانيد فقد أجريت محاولات لترسيب الفضة من أملاح أخري للفضة مثل السلفات و النترات و الكلوريد ولكن النتائج لم تكن مشجعة .

الطلاء بالذهب :-

تجري عملية الطلاء بالذهب علي المشغولات لرفع القيمة الفنية والمظهر الجمالي ، وخاصة الذهب مقاومته الكيميائية ومقاومة العوامل الجوية تجعل منه أهمية الرغبة لإستخدامه في الطلاء لمشغولات في مجالات عديدة من الصناعة .

تركيب أحواض الطلاء بالذهب :-

تتألف محاليل الطلاء بالذهب بشكل رئيسي من سيانيد مضاعف للذهب و البوتاسيوم ، ويمكن إستخدام سيانيد الصوديوم بدلاً من سيانيد البوتاسيوم ، كما تضاف فوسفات البوتاسيوم أو كربونات البوتاسيوم كوقاءات للمحلول ، و إضافة الأنتيمون إلي حوض سيانيد الذهب تحت شروط التشغيل تؤدي للحصول علي طبقة طلاء لامعة .

للحصول علي طبقة طلاء سميكة خالية من المسامية في حدود ٠.٠٠١ بوصة تستخدم محاليل أكثر تركيزاً بأملاح الذهب .

تشغل أحواض الذهب عادة عند درجات حرارة بين°٤٥ –°٨٠ و كثافات تيار من ٠.١ – ٠.٥ أمبير ، ويمكن الطلاء بالذهب بطريقة لا كهربائية أيضاً وذلك بإرجاع أملاح الذهب كيميائياً .

ويمكن الحصول علي طلاء ذهب ملون مثل الذهب الأخضر أو الذهب الأحمر أو الأبيض وذلك بإضافة بعض المعادن الأخرى مثل الفضة والنحاس والنيكل لمحاليل الطلاء بالذهب ، وتحقق هذه العملية ترسيب طبقة من الذهب مع هذه المعادن .

وتتميز طلاءات الذهب بالكهرباء بأنها ناعمة الحبيبات وكثيفة .

الطلاء بالنيكل :-

يعتبر أكثر المعادن استخداماً في عمليات طلاء السطوح للوقاية من العوامل الجوية ، وكذلك استخداماً في نطاق واسع لصفاته الفيزيائية والكيميائية الجيدة ، وتتميز بمقاومة عالية ضد التآكل المتسبب من الرطوبة ومياه البحر .

ونظراً إلي أملاحه غير السامة فان الأجهزة المطلية بالنيكل تستخدم علي نطاق واسع في الصناعات الغذائية .

وتتميز معظم عمليات الطلاء بالنيكل اليوم في محاليل حمضية وبإستعمال مصاعد نيكل نقية .

محاليل الطلاء بالنيكل :-

المكونات الأساسية لمحاليل الطلاء .

كبريتات النيكل – كلوريد النيكل – حمض البوريك .

علماً بان نسبة كبريتات النيكل إلي كلوريد النيكل حوالي ٦ : ١ بالإضافة إلي مكونات الأساسية السابقة يضاف إليها مواد كبريتات الماغنسيوم لزيادة الناقلية في الأحواض .

أملاح الامونيوم لزيادة الصلابة

يتركب الحوض { حوض واطس النموذجي } من :

المادة	النسبة
سلفات النيكل كلوريد النيكل حمض البوريك	٣٣٠ جرام / لتر ٤٥ جرام / لتر ٣٨ جرام / لتر
P H - ١.٥ - ٤.٥ درجة الحرارة -٤٥° - ٦٠° مئوية كثافة التيار = ٣ – ١١ أمبير	

تلوين الأسطح المعدنية بالأكسدة :-

الهدف من أكسدة المشغولات المعدنية هو إضافة لوناً غير لونها الطبيعي ليزيدها جمالاً من جهة ومن الجهة الأخرى فان طبقة الأكسدة تقاوم العوامل الجوية وتحمي سطح المعدن

وتتم عملية الأكسدة بخلط مواد كيميائية تضاف مع بعضها وبغمر المعدن في المحلول يتفاعل سطح المعدن مع المواد الكيميائية مكتسب ألواناً تعطي تأثيرات مختلفة الألوان نتيجة للتفاعل تكسبه رونقاً وجمالاً .

ويجب تغطية هذه الألوان بالورنيش بعد الأنتهاء من الأكسدة لحماية اللون من المؤثرات .

وفيما يلي تلون تلوين الأسطح المعدنية بالأكسدة لكل من

{ النحاس الأحمر – النحاس الأصفر – الفضة }

أولاً :- تلوين وأكسدة النحاس الأحمر بالألوان الأتية .

١- رمادي – ازرق - برونزي محمر :-

٢٠جم لكل لتر خلات رصاص
٤٠مم لكل لتر هيبو سلفات الصوديوم
المحلول في درجة الغليان يغير بتغير الزمن

٢- اللون البني :-
٤٠ مم اوكسلات البوتاسيوم
١٢٠مم ملح نشادر + لتر خل أبيض
المحلول ساخن من كبريتيد الباريوم

٣- اللون بني غامق :-
محلول مخفف بارد من كبريتيد النشادر
محلول مخفف بارد من كبريتيد الباريوم
٤- اللون لون برونزى :-
٩٠ جرام / لتر نترات حديد
٣٠ جرام / لتر سلفو ساينيد البوتاسيوم

ثانياً :- تلوين واكسدة النحاس الأصفر .
١- اللون البنى :-
محلول ساخن من كبريتيد الباريوم

٢- اللون البنى يتخلله ازرق لامع :-
٨ جرام / لتر هيبو سلفيت الصوديوم
١٤.٥ جرام / لتر خلات رصاص
إضافة ٤.٥ لتر ماء مع مراعاة اللون يتدرج ويتغير تبعاً لتغير درجة الحرارة ومدة التغطيس

٣- اللون البرونزى ذهبى :-
٥ جرام نترات بوتاسيوم
١/٨ لتر حمض كبريتيك
١/٨ لتر حمض أيدروكلوريك
١/٨ لتر حمض أزوتيك
طريقة تحضيره :-

يذاب اولاً نترات البوتاسيوم في حامض الكبريتيك ثم يضاف حامض الأزوتيك وحامض الأيدروكلوريك

٤- لون متدرج من البني إلى الأحمر :-

١٢٠ جرام / لتر نترات حديد
١٢٠جرام هيبو سلفيت صوديوم
٥- اللون الاخضر أثرى :-

٣٠ جرام / لتر ملح نشادر
١٠ جرام / لتر كربونات النوشادر

يستخدم هذا المحلول للنحاس الأحمر والأصفر

٦- **اللون الأسود :-**

يحضر المحلول
محلول مركز من أيدروكسيد النشادر ويضاف إليه ببط كربونات النحاس مع التقليب حتى يتشبع المحلول
يترك لمدة ٢٤ ساعة في إناء مقفل حتى لا تنفصل النشادر ويستعمل علي البارد لمدة من ١: ٥ دقائق حسب درجة اللون المطلوب

ثالثاً :- تلوين وأكسدة الفضة .

تستعمل الفضة بكراً لمشغولات فضية وذلك لجمال لونـها الطبيعي الأبيض الضارب إلي الزرقة ، وفي بعض الحالات يلزم تلوين الفضة لرفع القيمة الفنية والجمالية .

١- **اللون الأزرق :-**
للحصول علي اللون الأزرق تعرض المشغولات لدخان كبريت العامود داخل صندوق مغلق فيتدرج اللون من الأسود إلي الأزرق بأحد الطريقتين .

أ- ٦ جرام كبريتوم الباريوم + ١٥٠ جم ماء
يستعمل المحلول علي البارد ويتخير اللون بتغير مدة التغطيس .
ب- ٦ جرام كبرتور بوتاسيوم + ٣٠٠ جرام ماء
يستعمل المحلول ساخناً ويتوقف اللون المطلوب علي مدة التغطيس ودرجة الحرارة .

٢- **لون بني مائل للرمادى :-**
يستعمل محلول كبريتور النشادر ويمكن الحصول في نفس المحلول علي اللون الرمادي .

رابعاً :- تلوين وأكسدة الألومنيوم .

١- تجهيز وإعداد السطح وإزالة المواد الدهنية وذلك بغمر السطح في الأحواض الأتية علي الترتيب .

أ- بخار ماء أو كحول .
ب- محلول صودا كاوية مخفف ٣٧.٥ جم/ لتر
جـ- ماء بارد .
د – حامض كبريتيك مخفف { ٥ ٪ }

٢- تكوين طبقة من الأكسيد{ قابل للتلوين}ويمكن الحصول علي هذه الطبقة بإستعمال احد التركيبات الأتية

أ- حامض الكروميك { تركيز ٣ ٪ }

- شدة التيار من ٠.٥ – ٠.٧ أمبير / ديسميتر .
- قوة التيار ٤٠ فولت .

- الزمن من ١٥ ــ ٣٥ دقيقة .
- درجة الحرارة : درجة حرارة الغرفة .

ب- حامض الكبريتيك { مركز من ١٨٪ - ٢٢ ٪ }
- شدة التيار ٠.٥ ــ ٠.٧ أمبير / ديسميتر
- قوة التيار ١٥ فولت
- الزمن ٣٠ دقيقة
- الحرارة ْ٤٠ مئوية

جـ- حامض الأكساليك { تركيز ٣٠ ٪ - ٨ ٪ }
- شدة التيار ٠.١ أمبير / ديسميتر
- قوة التيار ٥٦ فولت
- الزمن ٦٠ دقيقة
- الحرارةْ٢٥ ــْ٣٥ مئوية

١- التغطيس { غمر } المشغولات في محلول الألوان من ٥٪ - ٢٠٪ .
٢- الغسيل بماء يغلي لتثبيت اللون { غلق المسام }
٣- الغسيل بماء بارد .

١- <u>اللون البنى :-</u>
٣ جم / لتر كلوريد بوتاسيوم
١٢جم / لتر كلوريد الألومنيوم
يستعمل هذا المحلول علي الساخن

٢- <u>اللون الأخضر :-</u>
١٠ جم / لتر بيكربونات البوتاسيوم
٢٥جم / لتر سلفات النحاس { كبريتات النحاس }
يستعمل المحلول علي الساخن

بعد إتمام عملية التلوين تجري عملية هامة جداً لتثبيت اللون وهي مرحلة غلق المسام .

<u>كيفية غلق المسام :-</u>
هي العملية النهائية وفيها يتم سد المسام الموجودة في طبقة أكسيد الألومنيوم بعد إمتصاص اللون وذلك حتى لا تخرج الطبقات مرة أخري أثناء عملية غسيل المنتجات .

<u>الحوض :-</u>
من الصلب غير قابل للصدأ أو من الحديد المبطن بالمينا .

تركيب المحلول :-

١- ماء عند درجة حرارة الغليان مضاف إليه حمض الخليك ١ جم/ لتر .

٢- الزمن ٢٠ دقيقة

تدريبات على الباب السابع

س١ وضح تسلسل إعداد المينا ؟

س٢ بين كيفية تجهيز المينا للإستخدام ؟

س٣ وضح تأثير الحامض على مكونات المينا أثناء التجهيز ؟

س٤ اذكر بتسلسل خطوات تجهيز سطح المعدن لإستقبال المينا (كلوزنيه) ؟

س٥ عدد الخطوات المتبعة في تطبيق المينا المحجزة بالأسلاك ؟

س٦ بين الخطوات العملية لتطبيق المينا بالتفريغ (الأجور) ؟

س٧ عدد خطوات المينا الأميرية ؟

س٨ وضح أسباب عيوب البخبخة (مسام أو ثقوب) على سطح طبقة المينا بعد الحرق وطرق العلاج ؟

س٩ وضح أسباب تشقق سطح المينا وطرق العلاج ؟

س١٠ بين كيفية تجهيز وإعداد سطح المعدن لعملية الطلاء الكهربي ؟

س١١ قارن بين الصقل الكهربي والصقل الكيميائي ؟

س١٢ اذكر نظرية الطلاء ثم وضح التفاعلات التى تحدث في حوض الطلاء الكهربائي ؟

س١٣ وضح الهدف من أكسدة أسطح المعادن ؟

س١٤ بين تركيب محلول أكسدة النحاس بالألوان الأتية :-

{ بنى غامق – برونز محمر ، أزرق }

س١٥ وضح النقاط الرئيسية التى تجرى لتلوين الألومنيوم ؟

الباب الثامن

دراسة تحليلية لنظم الترصيع بالأحجار

١/٨- طرق تنفيذ الترصيع بالنظام المغلق .

- الترصيع بالشنابر – الترصيع بالشوك العكسية – الترصيع الصندوقي

- الترصيع داخل حواف مائلة – الترصيع داخل قنوات مغلقة (الباجيت) ٠

٢/٨- طرق تنفيذ الترصيع بالنظام المفتوح ٠

- بأسلوب (الترصيع بالمخالب – الترصيع على قواعد الإِرتكاز المفتوح
- الترصيع بالإطارات المفرغة – الترصيع بالتحزيز) ٠

٨ -١ طرق تنفيذ الترصيع بالنظام المغلق(Closed System)

الترصيع بالأحجار (stone stting) :-

إن نظام الترصيع بالأحجار يعتبر أدق الطرق الفنية فى مجال تشكيل الصياغة و يحتاج إلى مهارة عالية و قدرات خاصة .

ومفهوم الترصيع بالأحجار : هو كيفية تثبيت الأحجار فى المكان المحدد لها(بيوت الفصوص) بدقه و إحكام .

و تنقسم طرق الترصيع بالأحجار الى قسمين يتفرع من كل منهما عده طرق و تعد هذه الطرق أساسيات تقنيات الترصيع السائدة .

← القسم الأول : النظام المغلق Closed systems

← القسم الثاني : النظام المفتوحOpen systems

أولاً :- النظام المغلق Close systems

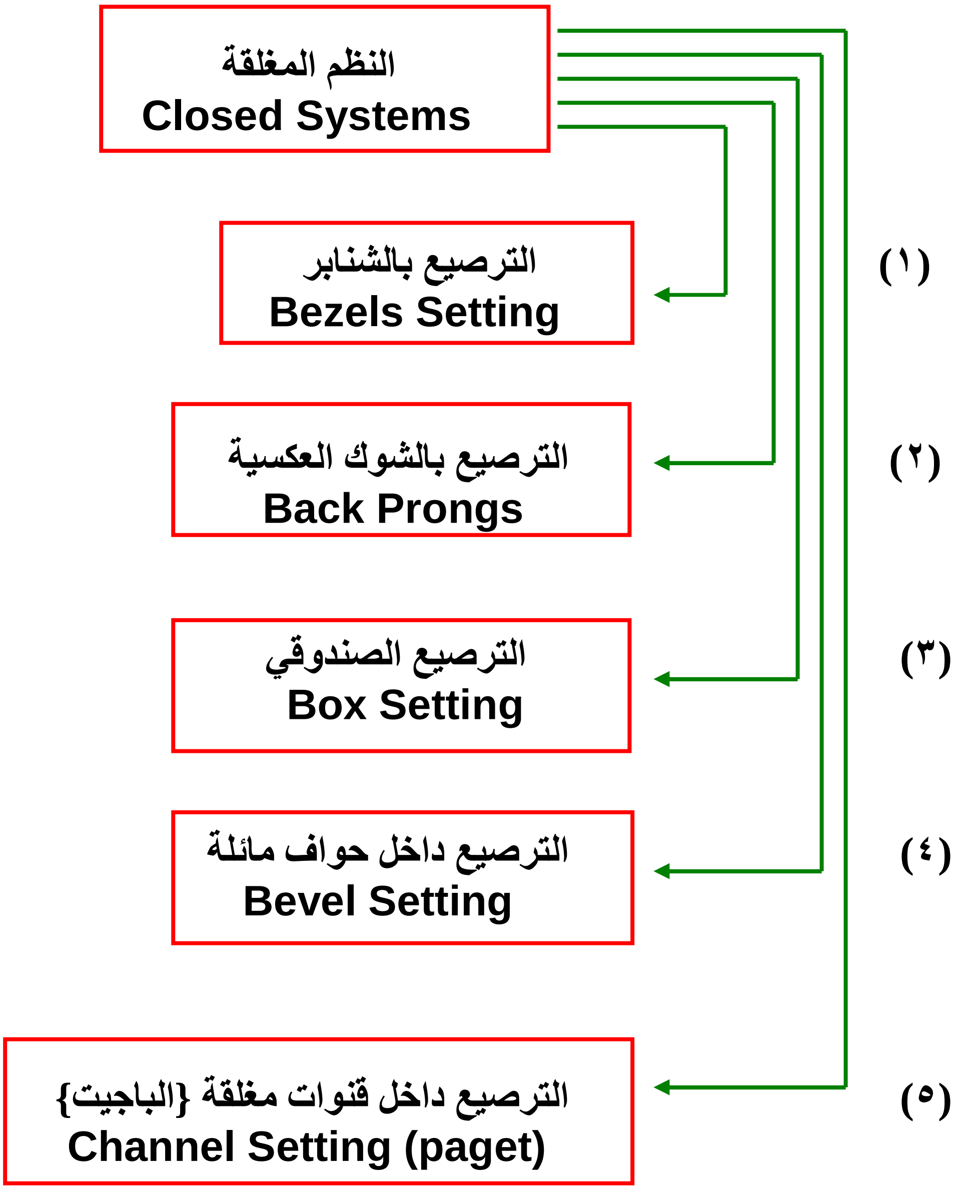
وهذا النظام يختص بتقنية ترصيع الأحجار داخل بيوت الفصوص المقفلة و غالبا ما تكون الأحجار فى هذا النظام معتمة .

أو شبه شفافة و بذلك لا تحتاج الى فتحات فى بيت الحجر لتحليل الضوء و الإنعكاسات الصادرة من الحجر و لذلك تسمى بالنظام المغلق .

و النظام المغلق يحتوى على عده طرق و تقنيات متعددة حسب التصميم و حسب ما يتناسب مع شكل و محيط الحجر المراد ترصيعه .

و يوضح لنا المخطط التصنيفي التالي أساليب النظام المغلق . كما هو موضح بالشكل رقم { ٨-١ }

المخطط التصنيفى للنظام المغلق



شكل رقم { ٨-١ }

الترصيع بالشنابر Bezels setting :-

١. ويتم ذلك بإحاطة الحجر بشنبر (شريط معدني) بحيث ينطبق على حرف السطح الخارجى للحجر (حزام الحجر) .

٢. يراعى الضغط المتساوي على محيط الشنبر لتثبيت الحجر حتى لا ينتج تجعدات .

و يستخدم هذا الأسلوب فى الأحجار المعتمة مثل الفيروز .

الخطوات العملية المتبعة فى الترصيع المغلق بالشنابر :-

١- يحسب أولاً محيط قاعدة الحجر المراد عمل شنبر له (طول الشنبر) .

٢- يحدد الإرتفاع المناسب للشنبر (عرض الشنبر).

٣- التفصيل :-

يقص الشنبر حسب الطول و العرض السابق من المعدن المراد عمل بيت الفص منه .

٤- يتم لف الشنبر حسب محيط الحجر .

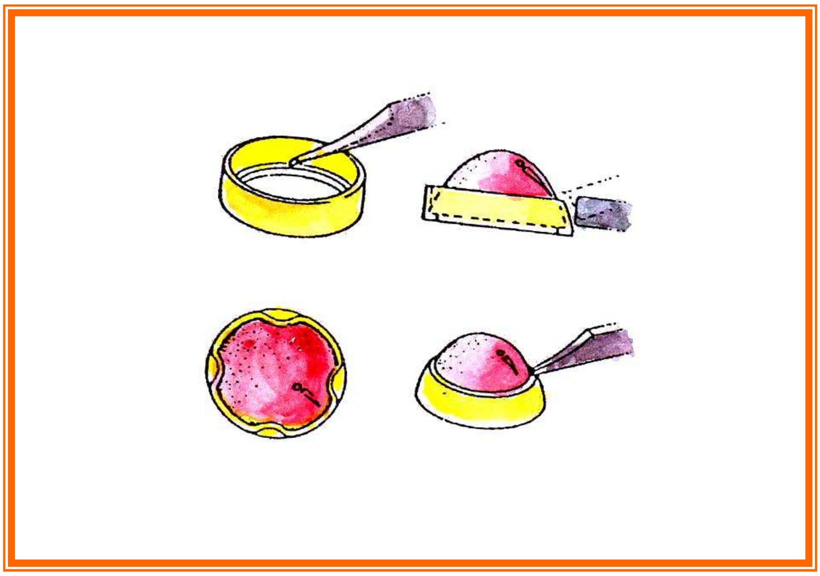
٥- يتم لحام الشنبر بعد التأكد من إحاطة محيط الحجر .

٦- عمل قاعدة للشنبر و يتم لحامها بإطار الشنبر .

٧- نحضر الحجر و نضعه فى بيت الفص ثم نضغط بتساوي على حافة الشنبر فنحصل على بيت فص للحجر و بذلك يتم الترصيع المغلق بالشنابر

ملحوظة :-

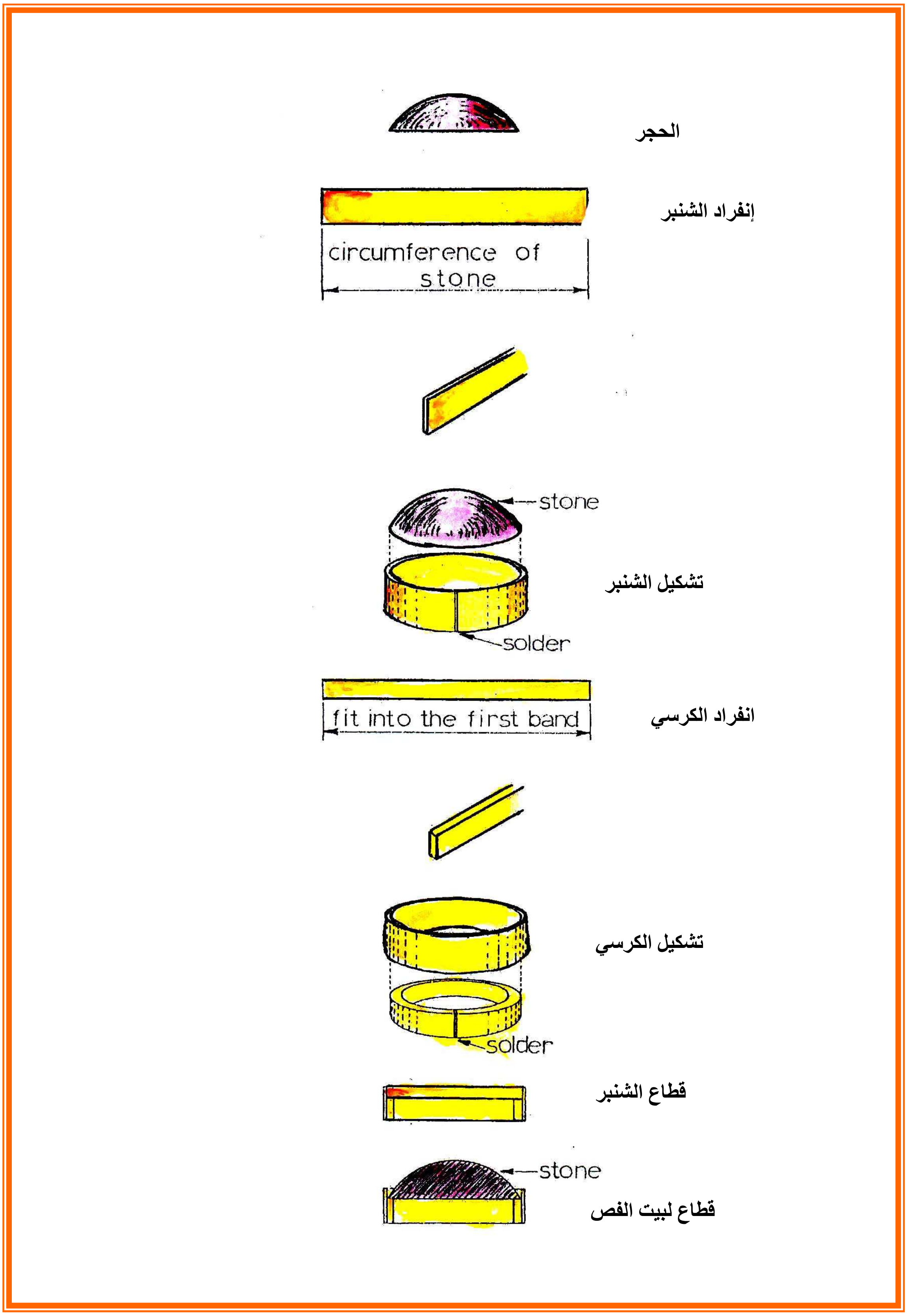
إذا كانت قاعدة الحجر غير مسطحة يتم عمل ركيزة (كرسي) داخلي لقاعدة الحجر.
كما هو موضح بالشكل رقم {٨-٢}



الترصيع المغلق بالشنابر

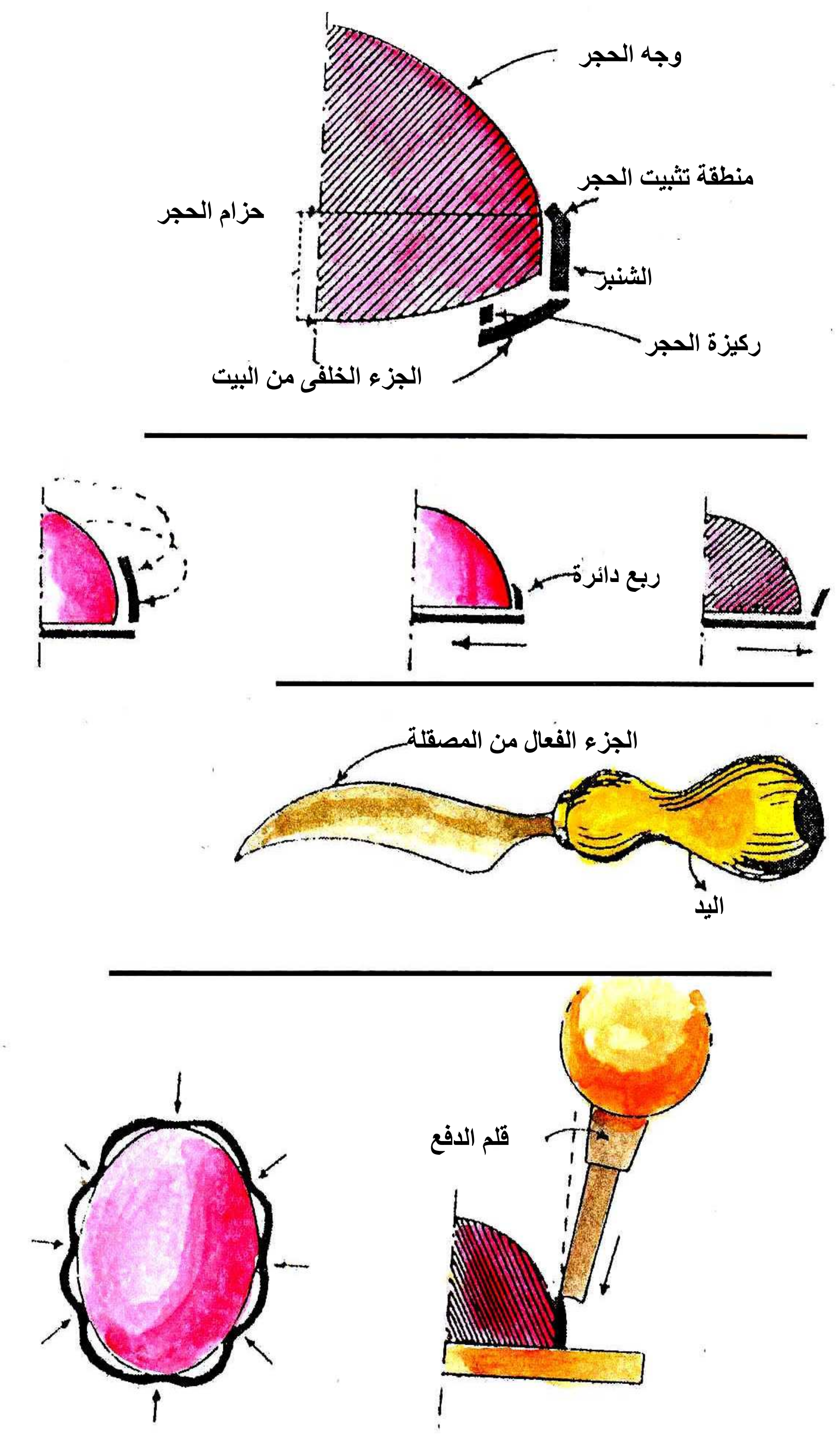
شكل رقم { ٨-٢ }

<u>مراحل تشكيل الشنبر المغلق</u>



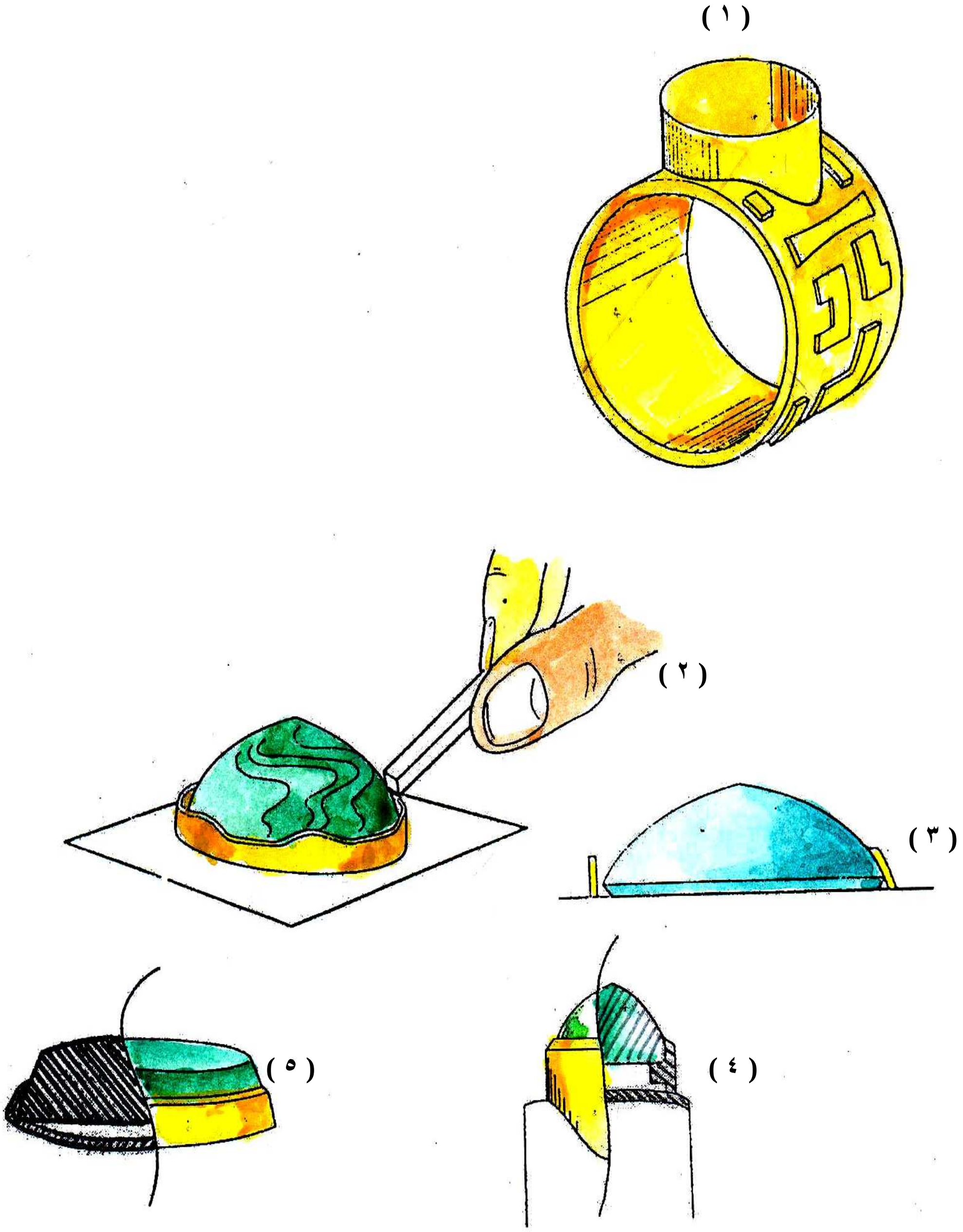
شكل رقم { ٨-٣ }

رسم توضحى لتثبيت الحجر



شكل رقم { ٨-٤- أ }

طريقة تثبيت الفص



قطاع في بيت فص يوضح الكرسي

قطاع في بيت فص بقاعدة

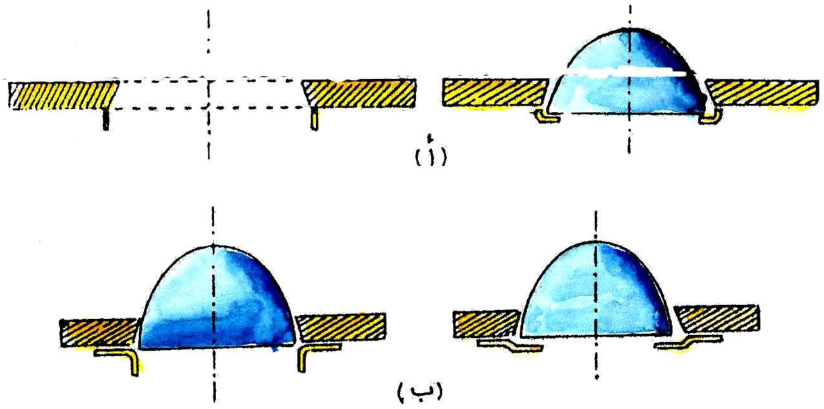
شكل رقم { ٨-٤- ب }

الترصيع بالشوك العكسية Back Prongs :-

عرف هذا النوع بالشوك العكسية لأنه الترصيع بالشوك عامة توضع الشوك أعلى الحجر بينما فى حاله الترصيع بالشوك العكسية توضع الشوك أسفل فتحة محيط الحجر .

الخطوات العملية المتبعة فى الترصيع بالشوك العكسية :-

١- نحضر المعدن المراد عمل بيت الفص له .
٢- نحضر الحجر المراد الترصيع به بالشوك العكسية و فى هذه الحالة يكون الحجر شفاف أو شبه شفاف .
٣- نحدد محيط الحجر على سطح المعدن و نفرغ محيط الحجر بحيث تكون الحافة مائلة .
٤- تلحم الشوك العكسية أسفل فتحة محيط الحجر .
٥- نضع الحجر فى بيت الفص بحيث ينحصر الحجر بين الحافة العليا للمعدن الأساس و الشوك العكسية الملحومة من خلف معدن الأساس .
٦- نضغط الشوكة تحت قاعدة الحجر فتصبح بمثابة كرسي لقاعدة الحجر .
كما هو موضح بالشكل رقم { ٨-٥ }



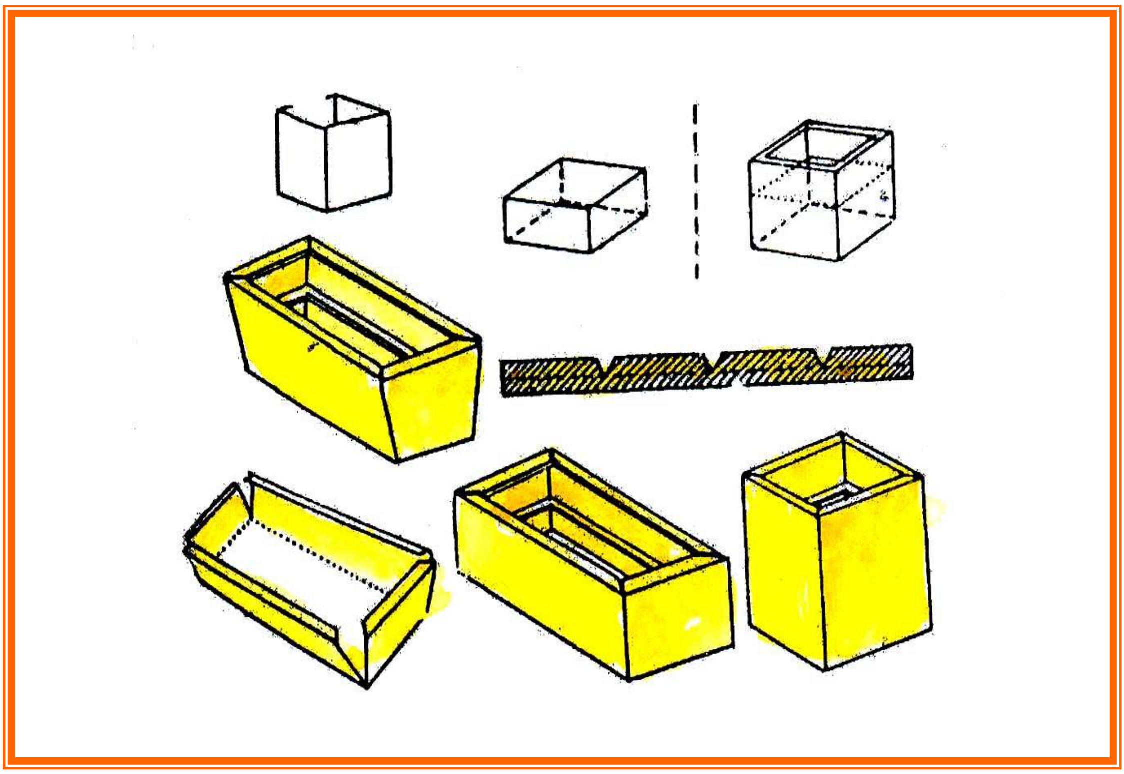
شكل رقم { ٨-٥ }

الترصيع الصندوقى Box Setting :-

ويتلخص هذا النوع في إحاطة الحجر بجوانب مسطحة لذا سمي بالترصيع الصندوقي . و يختص بيت الحجر فيه بترصيع الأحجار المعتمة ذات المقطع المكعب و متوازي المستطيلات و المعين و المنشور و الهرم القائم و الناقص .

الخطوات العملية المتبعة فى الترصيع الصندوقى :-

١- يتم حساب محيط الحجر و عمل انفراد له من المعدن .
٢- تحدد الجوانب على انفراد شريحة المعدن .
٣- تبرد الزوايا التي سوف تثنى عندها الشريحة على حرف (v) بمبرد ساعاتي مثلث .
٤- تجرى عمليه الثني و يلحم طرفاه .
٥- يتم عمل شنبر داخل البيت ليرتكز عليه الحجر (كرسي).
٦- تلحم قاعدة لبيت الفص .
٧- يركب الحجر في البيت و يتم إغلاق أطراف الحواف بالمصقلة على جوانب الحجر و بذلك نحصل على الترصيع الصندوقي المطلوب .
كما هو موضح بالشكل رقم { ٨-٦ }



شكل رقم { ٨-٦}

الترصيع داخل حواف مائلة Bevel Setting :-

ينقسم هذا الأسلوب الى نوعين :

النوع الأول :-

يتم هذا النوع من شريحتين من المعدن .

الشريحة الأولى يفرغ بها محيط الحجر بحافة مائلة .

الشريحة السفلى تقوم بتثبيت الحجر من أسفل كما بالشكل

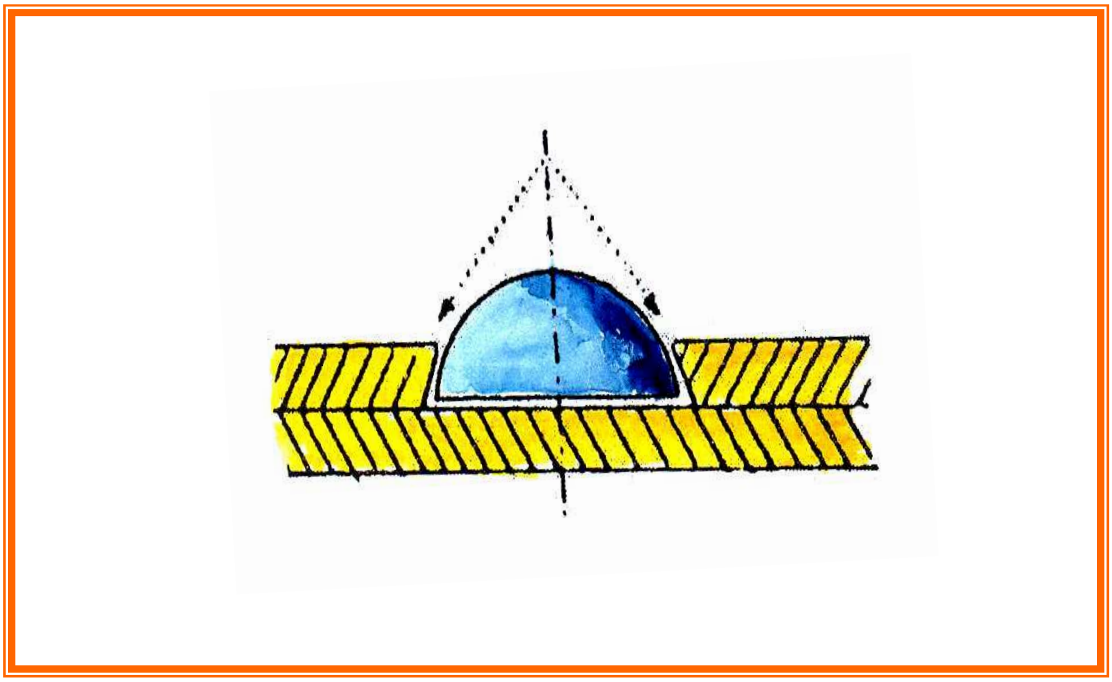
و يختصر هذا النوع فى حالة الأحجار المعتمة مثل الفيروز والعقيق ذات القطع المحدب .

النوع الثانى :-

يتكون هذا النوع من شريحة واحدة بحافة مائلة و إسلوب التثبيت فيها معتمد على الحفر من المعدن بإسلوب الرفع من معدن الأساس على جوانب الحجر بأقلام الرفع و التحزيز و فيها يرتكز الحجر على قاعدته على دعامة سفلية معدنية مشكلة من نفس معدن الأساس ذات الحافة المائلة .

و هذا النوع يستخدم فى الترصيع بالأحجار الشفافة و الشبه الشفافة .

كما هو موضح بالشكل رقم { ٨-٧ }



شكل رقم { ٨-٧}

الترصيع داخل قنوات مغلقة (الباجيت)

(Paget)Channel Setting

هو وضع أكثر من حجر فى شكل صفوف يثرى المظهر اللوني للرصيعة .

و يتسم هذا الأسلوب بسهولة و بساطة تقنيتها .

و يمكن ترصيع أعداد كبيرة من الأحجار فى وقت قليل بالمقارنة بعمليات الترصيع الأخرى .

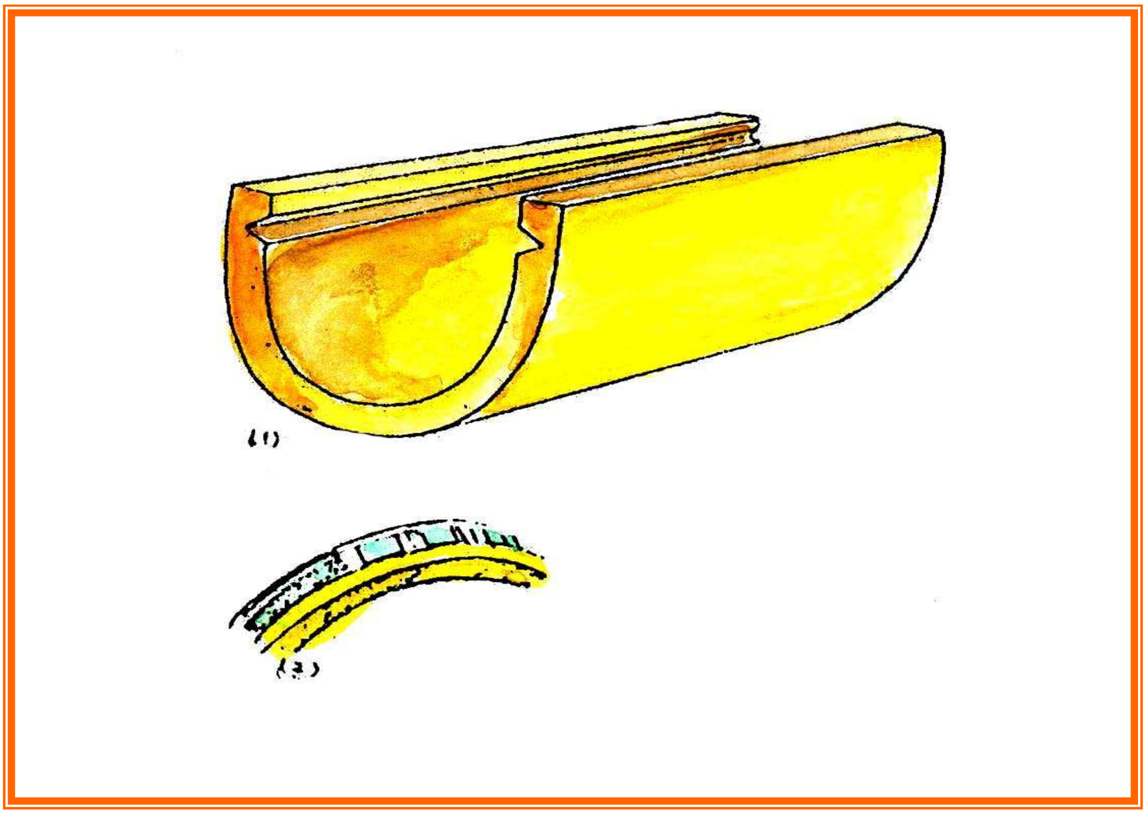
و ينقسم الترصيع داخل قنوات مغلقة الى نوعين .

<u>الترصيع الفردي :-</u>

و فى هذه الحالة يتم ترصيع حجر واحد وتتم عملية تثبيت الحجر من خلال مجرتان فى المعدن الأساسي المحاط بالحجر بحيث يكون حزام الحجر مطابقاً للقناتان .

و يستخدم هذا الترصيع فى حالة الأحجار كبيرة الحجم ذات القطع المربع أو المستطيل .

كما هو موضح بالشكل رقم { ٨-٨ }

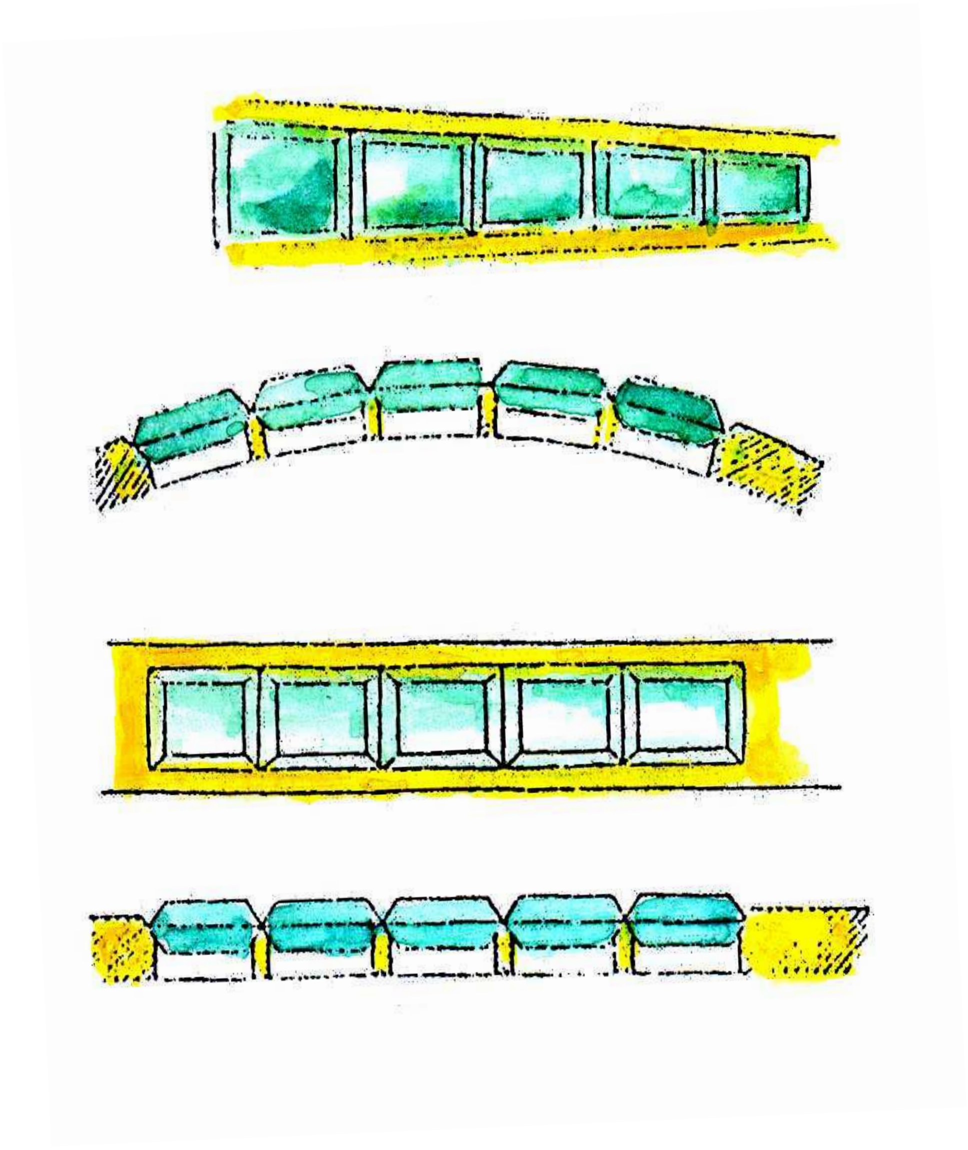


شكل رقم { ٨-٨}

<u>الترصيع بالمجموعات :-</u>

ويتم الترصيع لمجموعة أحجار منتظمة المقطع مركبة على مرتكز (كرسي) و الحافة الجانبية هي التي تحكم الأحجار جميعها و تتميز هذه الحالة من الترصيع بأحجار ذات حجم صغير و تكون فى هيئه صفوف مستقيمة أو منحنية .

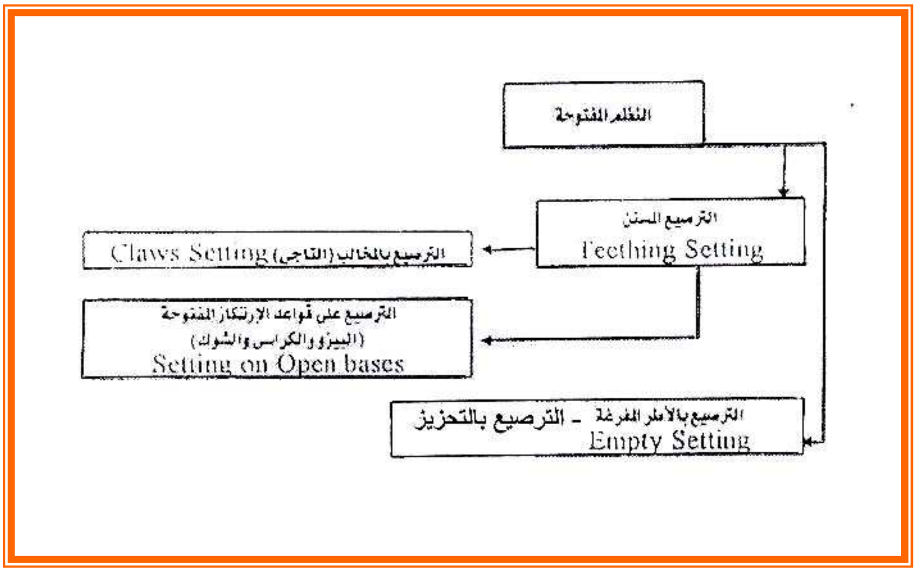
كما هو موضح بالشكل رقم { ٨-٩ }



شكل رقم { ٨-٩ }

٨-٢ طرق تنفيذ الترصيع بالنظام المفتوح Open Systems

يرجع سبب التسمية بالترصيع المفتوح إلى شكل بيت الحجر لأنه يحتوى على فراغات و فتحات لنفاذ الضوء فيها الى الحجر مما يحقق سطوع ضوئي و فى هذه الحالة تستخدم الأحجار الشفافة و الشبه الشفافة و يتم ذلك من خلال الأساليب التي يتضمنها المخطط التصنيفى التالي : كما هو موضح بالشكل رقم { ٨- ١٠ }



شكل رقم { ٨- ١٠ }

الترصيع بالمخالب Claws Setting :-

يعد هذا الإسلوب من أوسع الأساليب إنتشار فى الترصيع و ظهر هذا الإسلوب حديثا فى القرن التاسع عشر بعد إكتشاف الماس .

ويستخدم هذا الإسلوب فى الترصيع بالأحجار الشفافة و أشكال بيوت الأحجار من هذا النوع تقوم على تصميم الشكل ليسمح بمرور أكبر قدر من الضوء للوصول إلى جسم الحجر . و عموما يلاحظ أن معظم أشكال البيوت تأخذ شكل هيئة المخروط الناقص المقلوب و للمخالب أشكال متنوعة و هي :

١ـ أشكال على هيئة مخروطية .

٢ـ أشكال على هيئة هرمية .

٣ـ أشكال على هيئة إسطوانية .

٤ـ أشكال على هيئة منشورية .

الخطوات العملية المتبعة فى الترصيع بالمخالب :-

١-عمل الإفراد اللازم من المعدن المراد عمل بيت الفص ذو المخالب منه على أن يكون مطابقا هندسيا فى طوله مع طول محيط الحجر .

٢- يتم توقيع العلام على المعدن و ينشر الإنفراد .

٣- يشكل بيت الفص حسب محيط الحجر و حسب الشكل المراد .

٤- يلحم حافتي بيت الفص . و يهذب مكان اللحام جيدا.

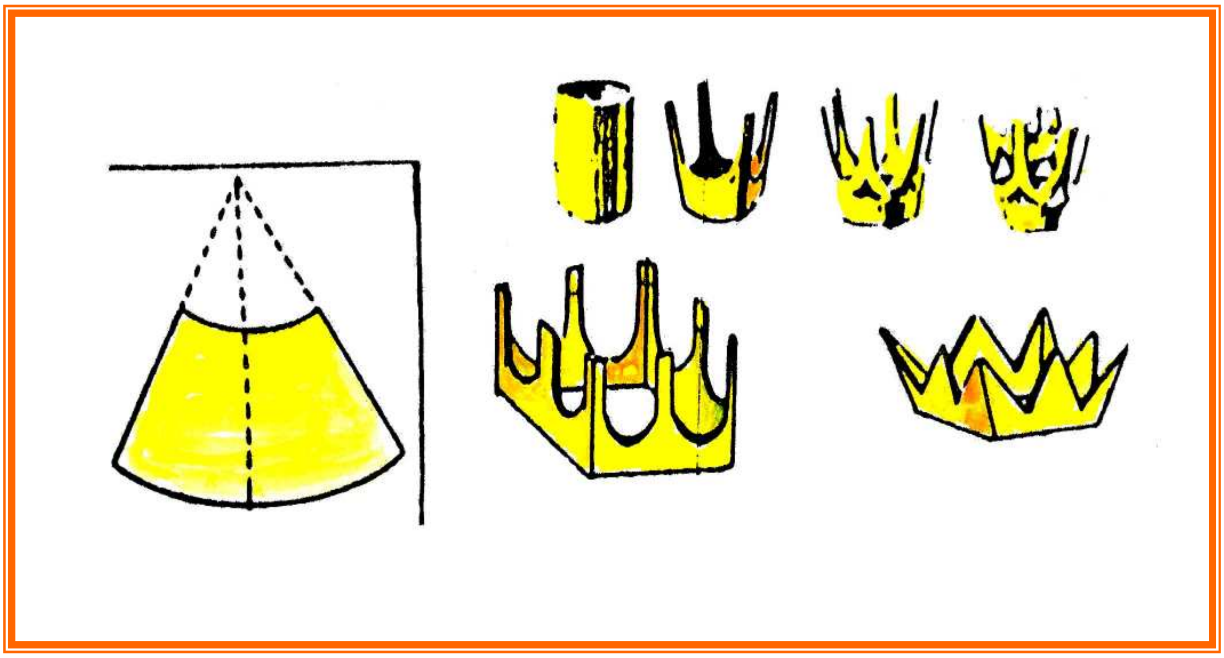
٥- تجرى عملية تقسيم محيط الحجر للفتحات المناسبة و المخالب المحددة

٦- يتم إزالة فتحات التفريغ من جدار بيت الفص و كذلك من جوانب المخالب و يهذب البيت بالمبارد الناعمة و الصنفرة مع التأكد من مطابقة قطر الحجر مع محيط الحافة .

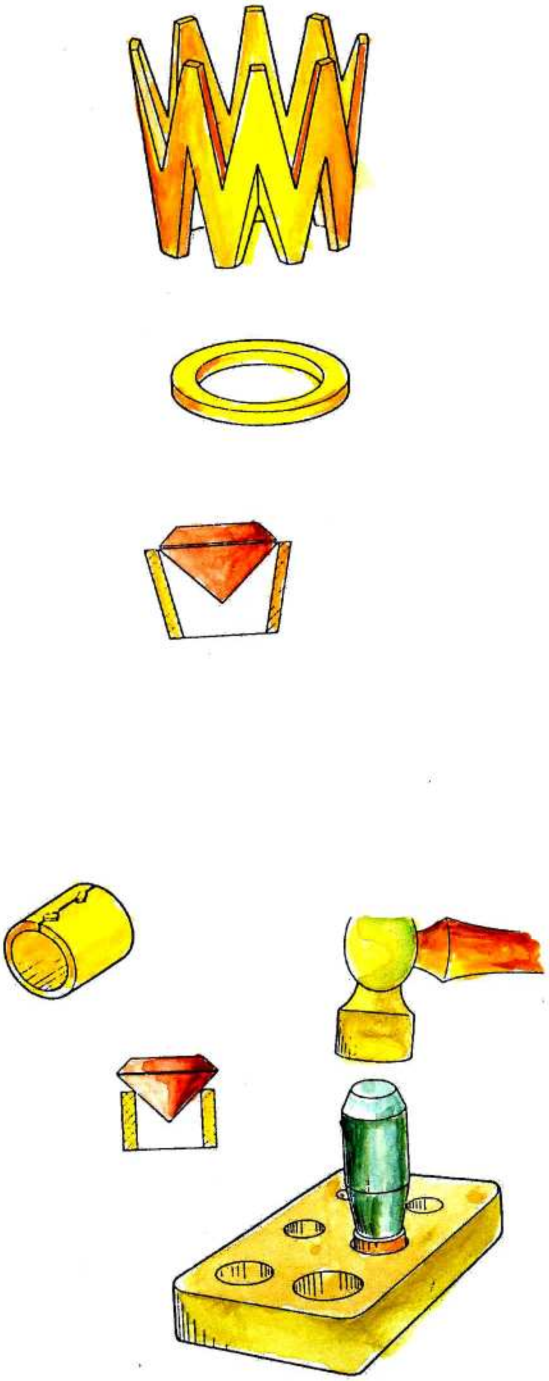
٧- تركيب الحجر : يركب الحجر بحيث تعلو المخالب منطقة حزام الحجر ثم يرفع الحجر و تحنى المخالب الى الخارج بميل طفيف بقلم التركيب و يوضع الحجر مرة آخرى و يتم تحضين المخالب إزاء الحجر بقلم التركيب و بالدفع و الضغط عدة مرات على المخالب يتم تثبيت الحجر لمعالجة اى تعرجات ناتجة من الضغط بإستخدم قلم المصقلة و بذلك نحصل على البيت ذو المخلب المطلوب .

كما هو موضح بالشكل رقم { ٨- ١١ }

<u>نماذج مختلفة للترصيع بالمخالب</u>

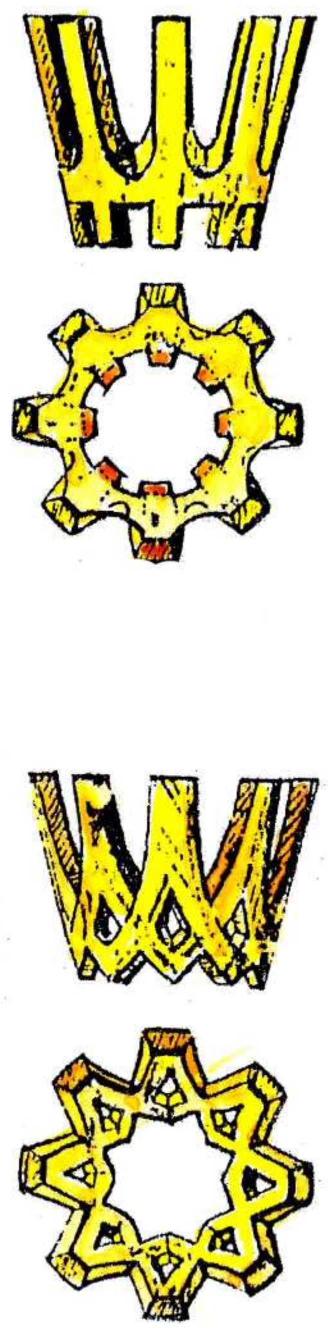


شكل رقم { ٨- ١١ }



مراحل عمل بيت الفص ذو المخالب

شكل رقم { ٨- ١٢ }



شكل رقم { ٨- ١٣}

الترصيع على قواعد الإرتكاز المفتوحة

(البيزو والكراسي والشوك Setting on Open Bases)

يشابه هذا النوع الترصيع بالشوك غير أنه يعتمد على وجود قطع صغيره من المعدن منتظمة الشكل تعرف بكراسي التحميل تكون بمثابة الفتحات المفرغة بأسفل البيت لإمرار الضوء منها إلى الحجر .

<u>الخطوات العملية المتبعة فى الترصيع على قواعد الإرتكاز المفتوحة :-</u>

١- عمل الإفراد اللازم لبيت الفص من واقع طول و ميل راسم الحجر .

٢- يجهز الجزء العلوي من البيت (الشوك)

٣- يتم نشر الكراسي من قطعة سلك (مبطط)على أجزاء متساوية .

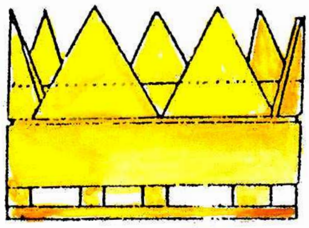
٤- يعد الشنبر الخلفي (البيزو) للبيت على أن يكون شكل مقطعه مستطيل ويلف ليطابق محيط البيت

٥- يتم لحام الكراسي بالسطح العلوي للبيزو و السطح السفلى للبيت .

٦- يتم التشطيب النهائي للبيت ويوضع الحجر و يثبت .

كما هو موضح بالشكل رقم { ٨- ١٤ } .

شكل رقم { ٨- ١٤ }



<u>الترصيع بالأطر المفرغة Empty Setting :-</u>

وهو يشبه أسلوب الترصيع بالشنابر (الترصيع المغلق) إلا أنه يصاغ دائما من أطر منخفضة الإرتفاع و مزودة بمساحات مفرغة لينفذ الضوء الى الحجر و تنتهي هذه الفراغات بأحرف مدببه أو منحنية لإحكام تثبت الحجر . و فى هذه الحالة تستخدم الأحجار الشفافة و الشبه الشفافة .

<u>الخطوات العملية المتبعة فى الترصيع بالإطر المفرغة :</u>

١- يتم تحديد إفراد الإطار مع تقدير عدد الوحدات الزخرفية فى التكرار بحيث تتقابل الوحدة الزخرفية الأولى مع الوحدة النهائية لحام الإطر لتظهر و كأنها قطعة واحدة .

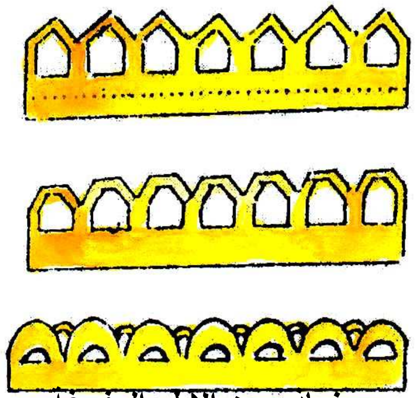
٢- يتم تنفيذ هذا الإطر على شريحة المعدن سمكة٠.٦ مم .

٣- يشكل الإطار حسب شكل محيط حزام الحجر .

٤- يلحم الإطار و يلحم بقاعدته شنبر داخلي (كرسي).

٥- يهذب بيت الفص و يوضع بداخله الحجر و تجرى عليه عملية التثبيت نحصل على بيت الفص المطلوب .

كما هو موضح بالشكل رقم { ٨- ١٥ }


نماذج من الأطر المفرغه

شكل رقم { ٨- ١٥ }

<u>الترصيع بالتحزيز :</u>

وهو يشبه إسلوب الترصيع بالشنابر (الترصيع المغلق) إلا أنمه يصاغ دائماً من أطر منخفضة الإرتفاع ومزودة بمساحات مفرغة لينفذ الضوء إلى الحجر وتنتهى هذه الفرغات بأحرف مدببه أو منحنية لإحكام تثبيت الحجر وفى هذه الحالة تستخدم الأحجار الشفافة والشبه الشفافة

تدريبات على الباب الثامن

س١ عدد أساليب الترصيع بالنظام المغلق ؟

س٢ وضح الخطوات العملية المتبعة في الترصيع المغلق بالشنابر ٠

س٣ بين الخطوات المتبعة في الترصيع بالشوك العكسية ٠

س٤ أذكر بالتسلسل الخطوات المتبعة في الترصيع الصندوقي ؟

س٥ وضح أنواع الترصيع داخل حواف مائلة ٠ ثم أشرح كل نوع ؟

س٦ أذكر ما تعرفه عن أسلوب الترصيع داخل قنوات مغلقة (الباجيت) ؟

س٧ قارن بين ترصيع الباجيت (الفردي – المجموعات) ؟

س٨ وضح نظرية الترصيع بالنظام المفتوح ؟

س٩ عدد خطوات الترصيع بالمخالب ؟

س١٠ بين الخطوات المتبعة في الترصيع على قواعد الإرتكاز المفتوحة

(البيزو- الكراسى – الشوك) ؟

س١١ وضح خطوات الترصيع بالأطر المفرغة ؟

س١٢ قارن بين الترصيع بالنظام المغلق والنظام المفتوح ؟

س١٣ قارن بين الترصيع بالنظام المغلق والنظام المفتوح من حيث :-

شكل بيت الحجر – أنواع الأحجار المستخدمة ؟

الباب التاسع

الطرق الفنية لقطع وتشكيل الأحجار الكريمة والشبه كريمة

٩/١- مراحل القطع للأحجار .

(الفحص – الشق – القطع) .

الطرق الفنية لقطع وتشكيل الأحجار الكريمة والشبه كريمة

الأحجار الكريمة : Gem Stones

الحجر الكريم هو من أصل معدني وهو ذات صفات معينة وخصائص جعلته كريماً أي نفيساً ويقدر وزن الحجر بالقيراط (٢٠٠ ملى جرام) وتقدر قيمة الحجر الكريم بما يحتويه من خصائص ومميزات وتتمثل هذه الصفات في الندرة – الزهو اللوني – الشفافية – والنقاء – الإنكسار الضوئي – التشتت الضوئي – الشكل البلوري – درجة الصلادة – الكثافة النوعية – التركيب الكيميائي – الحجم ٠

وأعلى أنواع الأحجار قيمة (الماس – الياقوت – الزفير – الزمرد – الزبرجد) لإحتوائها على جميع الخواص والصفات السابقة أما باقي الأحجار فتتفاوت في إحتوائها على بعض الخواص وبالتالي تعد من الأحجار الشبه كريمه ٠

الأحجار الشبه كريمة : Semi Gem Stones

هي أحجار طبيعية تكونت نتيجة لعوامل كيميائية وظروف بيئية مختلفة عن الأحجار الكريمة ٠

التشتت الضوئى : Dispersion

وهو تحول الضوء الأبيض إلى ألوان الطيف منتظمة تشبه قوس قزح عند مروره خلال الحجر الكريم متعدد الأسطح والتشتت الضوئي في الأحجار الكريمة يسمى وهج ٠
تعد عملية قطع الأحجار من العمليات الهامة التى تجرى عليها فهي تحتاج إلى خبرة ومهارة عالية وإلمام كافي بخصائصها المختلفة ٠
وتؤثر عمليات قطع الأحجار وصقلها على إظهار القيم التشكيلية للأحجار الكريمة والشبة كريمة

١/٩ مراحل القطع للأحجار

الفحص : Lnvestigation

وهى عملية تحديد ما إذا كان الحجر يحتوى على عيوب أو تشقق ويتم بواسطة عدسة مكبرة ، تتطلب مراحل القطع أولاً مرحلة الفحص وفيها يتم معرفة وتحديد فصيلة البلورة وشكلها وفى كثير من الأحيان تكون البلورة مشوهه وبالفحص عليها من خلال عدسة مكبرة توضع علامات على الأحجار لتحديد المستوى أو المستويات التى يمكن من خلالها نشر الحجر أو فلقة ، ومرحلة الفحص تساعد على تقليل التكلفة عن طريق زيادة الحذر بإختيار إسلوب القطع المناسب بإتباع منهج يوضح فيه التكوين البنائي للشبكات البلورية للأحجار الخام ٠ ودرجات الصلادة المختلفة وبذلك يمكن تقليل نسب إحداث إتلافيات أو تشوهات في الحجر ٠

الشق : (الإنفلاق) Split

وهى عملية تجرى على الأحجار التى لا تصلح للقطع لوجود تشوهه كالشرخ أو شوائب ومن ذلك تجرى عليها طرق فنية خاصة تبعاً لفصيلة بلوراتها بإستخدام خاصية الإنفصام وتسمى هذه العملية الشق ٠

فالأحجار الخام التى لا تصلح للقطع أو تحتوى على عيوب طبيعية (شروخ – شوائب) تشق بطريقة فنية تبعاً لخاصية الإنفصام وتطبق هذه العملية على بعض الأحجار والماس ٠

الخطوات العملية المتبعة فى عملية الشق لأحجار الماس :

١- عمل دراسة لتحديد أسهل مستويات الانفلاق ٠

٢- تخدش بلورة الماس (الحجر) خدشاً عميق بواسطة بلورة ماسية أخرى مكون حزاً عميقاً على مستوى الانفلاق ٠

٣- بعد ذلك نتدرج في العمق بإحداث خدشاً أكثر عمقاً بواسطة بلورات أكثر حدة ، حتى يتكون مجرى صغير على هيئة حرف V ذو عمق كاف ٠

٤- توضع البلورة (الحجر) على حامل خاص بحيث يكون إتجاه الانفلاق عمودياُ على الحامل .

٥- توضع شفرة فولاذية داخل الخدش العميق ثم يتم الطرق عليها عدة طرقات سريعة بجاكوش خاص لهذا الغرض ٠

٦- بتأثير قوة الطرقات ينشق الحجر إلى جزأين ٠

وبهذه الطريقة تشق الأحجار لمعالجة التشوهات وكذلك الأحجار الكبيرة تشق إلى أحجار صغيرة حسب الحجم المطلوب ٠

النشر : Spreading

وهى عملية تحويل وتطوير الشكل المرحلي من عمليات الشق والقطع إلى تشكيل أوجه الحجر ٠

الخطوات العملية المتبعة فى عملية النشر :

تتم هذه العملية من خلال منشار خاص لنشر أحجار الماس ويصلح لنشر الأحجار الكريمة والشبه كريمة ويتراوح المنشار من ٢ : ٣ بوصة ويدور بسرعة ٢٥٠٠ : ٤٠٠٠ دورة فى الدقيقة ٠

١- يوضع الحجر المراد نشره في ماسك خاص بذلك من المعدن الصلب ذات رأس كاسية الشكل

٢- تثبت بالجبس والغراء والجزء الذي سيزال هو الذي يعرض خارج الكأس ٠

٣- يضبط جزء الحجر أمام خط القطع للمنشار (أمام حافة القطع) ٠

٤- يتوقف وقت القطع على سمك المنشار وحجم البلورة وسرعة الدوران وبعد تمام النشر نحصل على القطع المطلوب ، ويتم النشر متعدد المراحل حسب زوايا وعدد الاوجه ٠

الصقل : Polishing

وهى أخر العمليات التى تجرى على الأحجار وتتم عملية صقل الأحجار على سطح قرص من الحديد الزهر المسامي ويكون في حالة إتزان تام وتكون سرعة الدوران ٣٠٠٠لفة / د بحيث يضاف مسحوق الماس إليه من آن لأخر على أن يستخدم حبيبات الماس خشنة نوعاً ما بينما في المرحلة النهائية حبيبات أكثر نعومة لإجادة صقلها ، ويجب مراجعة مراحل الصقل من آن لأخر ويتم فحص الحجر تحت عدسة مكبرة ليتأكد من أن الحجر يتم صقله بطريقة صحيحة ٠

تدريبات على الباب التاسع

س١ بين الصفات المميزة للأحجار الكريمة ؟

س٢ قارن بين الأحجار الكريمة والشبه كريمة ؟

س٣ بين بإختصار عملية فحص الأحجار الكريمة ؟

س٤ عرف عملية الشق ثم وضح الخطوات المتبعة في شق الأحجار ؟

س٥ عرف عملية النشر ثم أذكر بالتسلسل عملية النشر التى تتم على الأحجار ؟

س٦ أذكر بإختصار كيف يتم صقل الأحجار الكريمة ؟

الباب العاشر

التشكيل بالليزر

١٠/١- مجالات التطبيق في تشكيل أسطح المنتجات المعدنية بالليزر .

(اللحام – القطع – الحفر – الثقب – السباكة – النمذجة السريعة بشعاع الليزر)

التشكيل بالليزر

الليزر : **Laser** هي اختصار للكلمة التالية :

Light amplificatinon py stimulated Emission of radiation

والليزر شعاع ضوئي يصدر بنبضات تدوم ١٠٠٠/٢ ثانية وبتردد ١٠/١نبضات فى الثانية الواحدة . ويستخدم في لحام وقطع المعادن وذلك بتركيز شعاع منه لا يزيد عن قطر شعرة الرأس ، ومن أهم مميزات الليزر أنها تخترق المواد الشفافة واللدائن الشفافة و الراتنجات العازلة دون أن تتلفها بينما تسخن أو تصهر المعادن سواء كانت مطلية بالمواد الشفافة أو بدونها ٠ ونظراً لتركيز الليزر في مساحة صغيرة جداً فان سطح المناطق الملاصقة للحام لا تتعرض للتلف وتكون متناهية الضيق ولا تتأثر الأجزاء المعالجة حرارياً بالليزر ولا تفقد شيئاً من خواصها المكتسبة بالمعالجة الحرارية حتى أنه يمكن مسك الأجزاء الملحومة باليد مباشرة بعد اللحام نظراً لتركيز الأشعة أو انخفاض مقدار الطاقة المستخدمة .

نظرية توليد الليزر :-

إن نظرية توليد الليزر تستند إلى انه يمكن استثارة ذرات المادة باستخدام طاقة ضوئية أو كهربائية تعتمد على قابيلة ذراتها لإطلاق أشعة ضوئية عندما تتعرض لأشعة ضوئية أو كهربائية طول موجاتها قصير .

في الوقت الحاضر تم توليد الليزر بإستخدام الغاز بنفس المبدأ في توليده بالمواد الجامدة ٠ ففي ليزر الغاز يتكون من أنبوبه طويلة من الزجاج المقاوم للحرارة (**Pyrex**) بنافذتين في الطرفين مرآتين مصممتين لعكس وارتداد الأشعة ٠

وباستخدام غاز النيون مع الشوائب من غاز الهليوم وبإستخدام أشعة كهرومغناطيسية ذات تردد عالي الإرتفاع وتتصل بالإلكتردات حول الأنبوب الزجاجي ومن ثم يتم توليد الليزر ٠

كما يستخدم غاز ثاني أكسيد الكربون مع شوائب من النتروجين أو الهليوم في أنبوب طوله عدة أمتار فيصدر ليزر بطول موجة تبلغ ١٠.٦ ميكرون وتكون هذه الأشعة إما مستمرة أو بصورة نابضة و التى تكفى لصهر ولحام معظم المعادن مثل النيوبيم و التيتانيوم و التنجستين ويمكن ثقب أشد المواد صلادة مثل الألماس وتوجد حالياً وحدات لتوليد الليزر بقدرة ٢٠ كيلو وات تستخدم للحام وقطع المعادن السميكة بمساعدة الأكسجين .

١/١مجالات التطبيق فى تشكيل أسطح المنتجات المعدنية بالليزر

يستخدم الليزر في مجال التشكيل للمعادن المختلفة مثل النحاس والنيكل و الألومنيوم والصلب المقاوم للصدأ أو التيتانيوم .... الخ .

نجد أن الليزر يستخدم في التشكيل الدقيق والتطبيقات لمجال اللحام – القطع – الحفر – الثقب – السباكة – النمذجة .

<u>اللحام بالليزر :-</u>

من عناصر اللحام الأساسية (الصهر) وتقوم درجة الحرارة بدور فعال في عملية الصهر ونحصل على الحرارة من مصدر حراري يمدنا بطاقة حرارية كافية لتسخين المعدن حتى تصل درجة الحرارة إلى درجة إنصهار المعدن . ويستخدم شعاع الليزر كمصدر حراري لصهر المعدن لإتمام عملية اللحام .

وعموماً فإن أجهزة اللحام تقوم بأسلوبين للحام (نقطة أو مستمر) ولكن أجهزة اللحام بالليزر يمكن أن تقدم الأسلوبين حيث يكون الشعاع بصورة متقطعة فنحصل على اللحام بالنقطة أو يكون بصورة متصلة فنحصل على اللحام المستمر .

<u>الخطوات المتبعة في اللحام بالليزر :-</u>

١- نضبط الشغلة المراد لحامها بالليزر أمام مصدر مسار شعاع الليزر .

٢- يسلط شعاع الليزر على المعدن حيث يمتص سطح المعدن شعاع الضوء وتحويله الى طاقة حرارية وهكذا تتولد الطاقة الحرارية التى تعمل على صهر المعدن .

٣- يستخدم الليزر في صورتين إما الشعاع المرئي أو الأشعة تحت الحمراء من الطيف الكهرومغناطيسي وهذا الشعاع يمكن نقله من المصدر إلى المعدن بأي وسيلة بصرية تعمل على توجيه وتركيز الشعاع في نقطة صغيرة جداً ولان الليزر يتميز عن الضوء العادي بتمسكه وإمكانية إرساله لمسافات بعيدة دون فقد يذكر من كفاءته أو طاقته لذلك هو يعتبر الأفضل في عمليات لحام المناطق الصغيرة عن الطرق التقليدية للحام

<u>القطع بالليزر cutying process with Lasers</u>

في هذه العملية يتم تركيز طاقة الليزر في بقعة صغيرة مما يؤدى إلى تبخر المعدن وبالتالي يتم قطع الجزء المراد من المادة .

ويعتبر ليزر ثاني أكسيد الكربون الأفضل من بين جميع أنواع الليزر في قطع المعادن .

ويرجع ذلك للأسباب التالية :-

١- معدل القطع بإستخدامه يتم بمعدل سريع .

٢- يمكن التحكم في عملية القطع بإستخدام برامج معينه من خلال الكمبيوتر .

٣- يمكنه قطع المعادن حتى التى سمكها صغير جداً .

ومن الجدير بالذكر أن معدل القطع يتناسب طردياً مع طاقة الليزر المستخدم في عملية القطع ويتناسب عكسياً مع سمك المعدن المراد قطعه .
أي انه كلما كانت طاقة الليزر المستخدم كبيرة كلما كان معدل القطع أعلى وكلما كان سمك المعدن كبير كلما كان معدل القطع أقل.

الحفر بإستخدام الليزر :-

في هذه العملية يتم تحريك شعاع الليزر على خطوط الحفر بسرعة تتناسب مع إزالة طبقة معينة من سطح المعدن مع ملاحظة عدم التركيز في بقعه حتى لا يتبخر المعدن ويصل إلى حد القطع .

الثقب باستخدام الليزر :-

عملية ثقب المفتاح : (Key holing)

وهو من أشهر عمليات الثقب بالنقطة ، حيث أن طاقة الشعاع اللازم لعملية الثقب تكون أكبر من ١٠٦ وات/ سم٢ لعمل اختراق عميق في سطح المعدن حيث عند سقوط الشعاع على السطح الخارجي للمعدن يعمل على رفع درجة حرارة النقطة المرتكز عليها إلى درجة الغليان ولا يلبث أن يذهب الشعاع إلى العمق تدريجياً .

ومن الجدير بالذكر أن الغازات المعدنية المؤينة المتصاعدة من المعدن تعمل على امتصاص المزيد من الطاقة فتحجز نحو ٩٥% من طاقة الشعاع تأخذ الحجم الاسطواني(كشكل الثقب) وتصل درجة الحرارة إلى ٢٥٠٠٠ ْم مما يعطى سرعة لعملية الثقب أكبر من ثقب سطح المعادن ذات درجة الحرارة المنخفضة فتنتج كمية أكبر من الغازات المؤينة .

أثناء عمليات الثقب تحدث بعض التفاعلات الكيميائية كالأكسدة أو النيترة مع الغازات المحيطة وهى تسبب بعض المشاكل حيث أن أكاسيد هذه المعادن لها نقطة انصهار أعلى من درجات الحرارة التى للمعادن ، وذلك ينتج نقط لحام هشة ومسامية لذلك يتم اللحام في بيئة معزولة ويحاط بالغازات الخاملة كالهليوم أو الأرجون .

استخدام الليزر في السباكة :-

يستخدم الليزر في تشطيب المسبوكات التى يصعب على المجال التطبيقي تنفيذها مثل القطع للمسبوكات الضخمة والإزالة بعد عملية السباكة وكذلك تنظيف وعمل الثقوب الدقيقة والتي تتطلب مهارة فائقة بنتائج عالية الجودة .

النمذجة

يستخدم الليزر في عمل النماذج الدقيقة والتي تتطلب مهارات عالية ، وكذلك صعوبة التنفيذ بالطرق التقليدية علاوة على ذلك إنتاج نماذج دقيقة وبسرعة فائقة عن أي مقارنة أخرى .
وفى حالة الإنتاج الكمي يمكن برمجة حركة الليزر لمسافات متساوية لإنتاج النموذج والتكرار الأُتوماتيكي .

مميزات استخدام الليزر :-

١- استخدام الليزر في المجالات التطبيقية يتم بهدوء وبدون تلوث أو إجهادات ميكانيكية
٢- لا يستهلك ولا يتلف بالاستخدام كما في الآلات .
٣- أسرع في تطبيق العمليات عشرات المرات (العمل يتم بسرعة عالية ودقيقة ويمكن قطع المعدن بسرعة ١٠ أمتار بالثانية .
٤- لا يؤثر على الخواص الفيزيائية للمادة لأن تأثر المنطقة صغير جداً .

تدريبات على الباب العاشر

س١ عرف أصل كلمة الليزر ؟

س٢ وضح نظرية توليد الليزر ؟

س٣ أذكر خطوات تسلسل اللحام بالليزر ؟

س٤ وضح كيف تتم عملية القطع بالليزر ؟

س٥ بين نظرية حفر المعادن بالليزر ؟

س٦ وضح كيفية عمل الثقب الدقيق بواسطة الليزر ؟

س٧ بين كيف يستخدم الليزر في التشطيب الدقيق للمسبوكات ؟

س٨ وضح كيفية الحصول على النمذجة بإسلوب الليزر ؟

س٩ بين مميزات استخدام الليزر ؟

الباب الحادي عشر

أساليب التشغيل الحديثة

١/١١- الإزالة الميكانيكية .

٢/١١- الإزالة الكيميائية .

٣/١١- التشغيل الكهروكيميائى .

٤/١١- التشغيل الكهرو حراري .

٥/١١- التشغيل بإستخدام الموجات الضوئية .

أساليب التشغيل الحديثة

عمليات التشغيل هي عمليات تشكيل وقطع وإزالة وتنعيم وحفر. وسوف نتناول منها عملية الإزالة .

وعملية الإزالة في حد ذاتها تقوم على إزالة أجزاء معينة من سطح المعدن للحصول على الشكل المطلوب .

وتستخدم في عملية الإزالة أدوات قطع صلدة وفى حالة الإزالة للمواد الصلبه مثل الصلب الكربونى المرتفع نسبه الكربنة والمقسى وكذلك لقم القطع الكربيدية و التى تتطلب إستخدام مواد أصلد منها مثل أحجار التجليخ الماسية تكون مرتفعة التكاليف وغير إقتصادية ولذلك دعت الحاجة إلى التفكير في إبتكار عمليات تشغيل أخرى لحل مشاكل إستخدام مواد مرتفعة الصلادة ومرتفعة التكاليف لذلك أستحدث عمليات تعالج هذه المشكلة سميت عمليات التشغيل الحديثة .

وهى تنقسم إلى أنواع رئيسية كالآتي :

١- الإزالة الميكانيكية ٠

٢- الإزالة الكيميائية

٣- التشغيل الكهرو كيميائية ٠

٤- التشغيل الكهروحراري .

٥- التشغيل بإستخدام الموجات الضوئية ٠

١/١١ الإزالة الميكانيكية

تشمل الإزالة الميكانيكية على :-

١- الإزالة بالموجات فوق حد السمع .

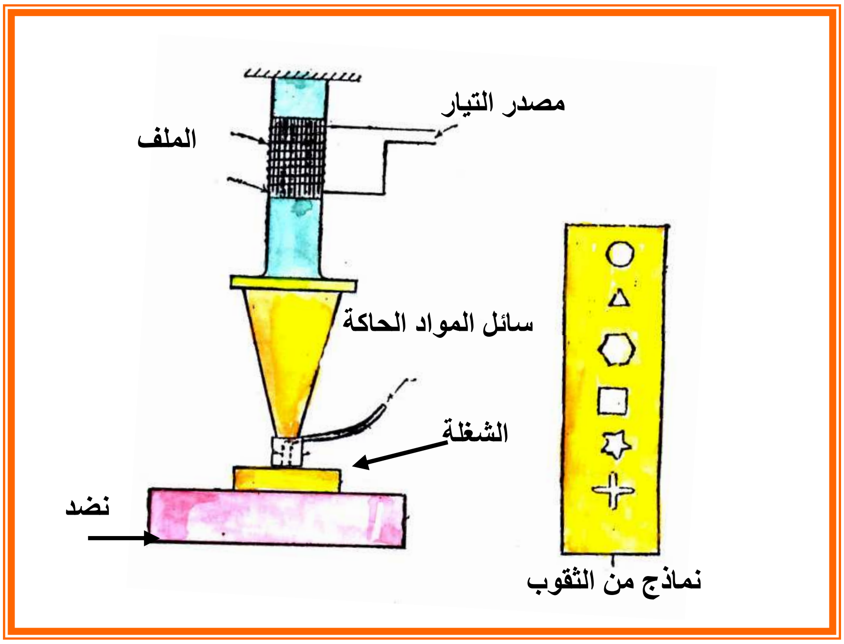
٢- الإزالة بمنفث المواد الحاكة .

<u>١- الإزالة بالموجات فوق حد السمع :-</u>

تستخدم هذه الطريقة بصفة خاصة لإزالة المواد الصلدة الهشة وعمل الثقوب بجميع أشكالها وتتم عملية الإزالة بإصدام الحبيبات الحاكة وهى عبارة حبيبات تحمل بواسطة سائل بين أداة التشغيل و الشغلة .

- طريقة الإزالة يقوم جهاز التشغيل بدفع حبيبات حاكة إلى سطح الشغلة في المناطق المحددة على السطح والمطلوب إزالته. وتتم إزالة التخانة المطلوبة حسب التفريغ الموجود بأداة التشغيل الذي يسمح باندفاع المواد الحاكة ويساعد على ذلك اهتزازات أو ذبذبات ميكانيكية تنتقل إلى أداة التشغيل عن طريق محول للطاقة الكهربية وتصل الإهتزازات من ٢٠٠٠٠ إلى ٣٠٠٠٠ دورة في الثانية ٠

كما موضح بالشكل (١١- ١)



شكل رقم {١١- ١ }

<u>إهتزازات صوتية فوق حد السمع : -</u>

وهذه الحركة الميكانيكية الاهتزازية المحورية لأداة التشغيل تدفع حبيبات الحك بسرعة فائقة لتصدم بسطح الشغلة وتبعاً لذلك تزل تخانة من الشغلة وتكون الحبيبات الحاكة من المواد الصلدة مثل كربيد البورون (لاقتراب صلادته من الماس) ويتم بهذه الوسيلة تشكيل جميع الثقوب بكل أنواعها سواء دائرية أو أي أشكال أخرى ٠

ونحصل على درجة تشغيل عالية من الدقة في الأبعاد مع الحصول على حواف حادة ٠

٢- الإزالة بمنفث المواد الحاكة .

تستخدم هذه الوسيلة للحصول على :

- عمليات التشطيب والصقل .
- الترميل والنمش .

وتصلح لتشكيل المعادن الصلدة والهشة مثل الأسطح الهشة ومثل الأكاسيد الهشة من أسطح المعادن والزجاج وكذلك إزالة الرايش ٠

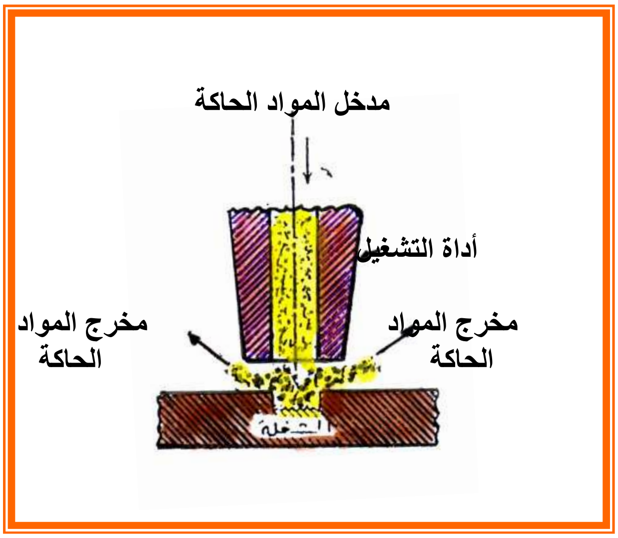
كيفية الإزالة بمنفث المواد الحاكة :-

تدفع المواد الحاكة الصلدة الدقيقة بسرعة عالية تتراوح بين ١٥٠ – ٣٥٠ متر/ ثانية من منفث أداة التشغيل ويستخدم الهواء أو ثاني أكسيد الكربون كغاز وسيط لحمل المواد الحاكة ٠

وحديثاً تستخدم السوائل (مثل الماء والكيروسين) ٠

والمواد الحاكة المستخدمة في هذه الطريقة عادة من أكسيد الألومنيوم أو كربيد السيلكون في صورة مسحوق. وفى عمليات الصقل والتنظيف يستخدم بيكربونات الصوديوم .

كماهو موضح بالشكل (١١-٢)



شكل رقم {١١- ٢ }

٢/١١ الإزالة الكيميائية

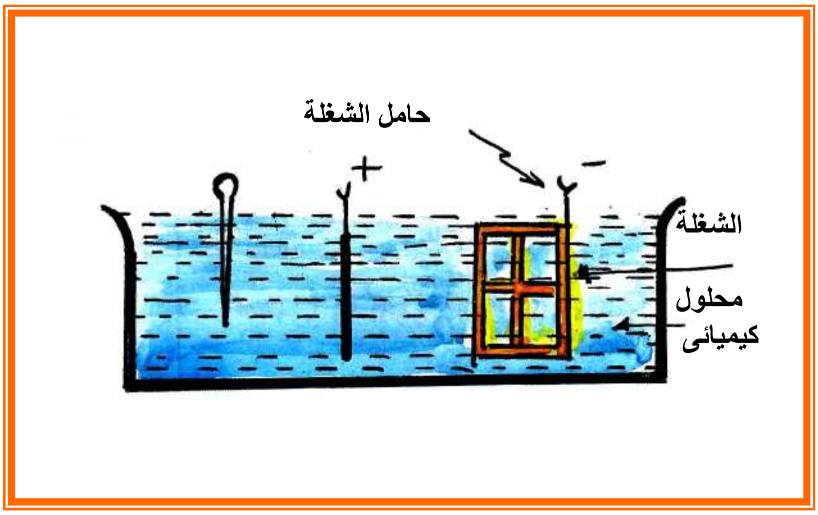
وتتم هذه الطريقة بغمر الشغلة فى محلول كيميائي يتفاعل مع سطح الشغلة ويتم الإزالة مثل الحفر الكيميائي .

تتم الإزالة بعزل المناطق التى لا يراد حفرها بأي وسيلة من وسائل العزل وتترك المناطق المراد حفرها أو ازالتها على أن تكون نظيفة وخالية من الدهون أو الأكاسيد .

توضع الشغلة فى حوض الإزالة الكيميائية المعد لذلك .

وبعد الانتهاء من الإزالة يتم إزالة المواد العازلة وتصبح الشغلة جاهزة للإستخدام

كما هو بالشكل (١١- ٣)



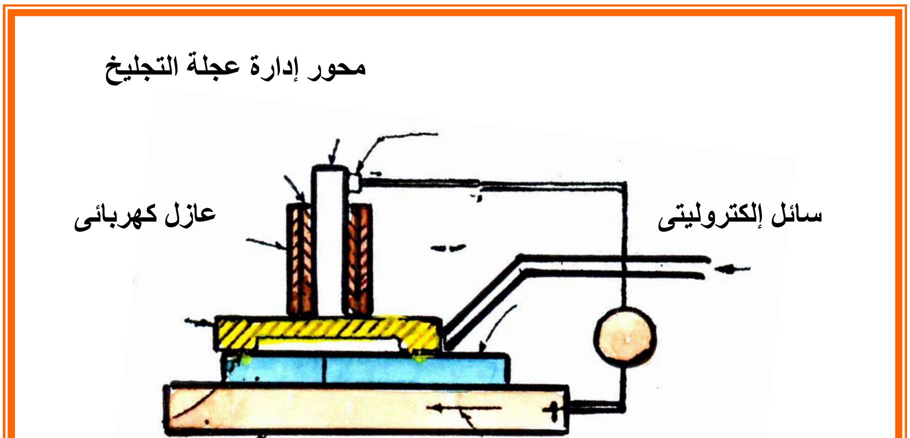
شكل رقم {١١- ٣ }

٣/١١ التشغيل الكهروكيميائى

يطلق عليه التجليخ الإلكتروليتى وهو يشبه الجلفنة السطحية التى تستخدم فيها الوسائل الكهربية الكيميائية في تغطية الأسطح إلا أنها عكسية إذ تنزع طبقات من المعدن بدلاً من الإضافة إليها .

وذلك بتوصل القطب السالب بالموجب ، ثم يدفع سائل إلكتروليت بين عجلة التجليخ أثناء دورانها بسرعة عالية وضغط السائل في الثغرة بينها وبين الشغلة ويقوم التيار المرتفع بنزع الايونات الموجبة من الشغلة ويحملها الإلكتروليت الذي يتجدد باستمرار .

كما هو موضح بالشكل (١١-٤)



عجلة التجليخ

شكل رقم {١١- ٤}

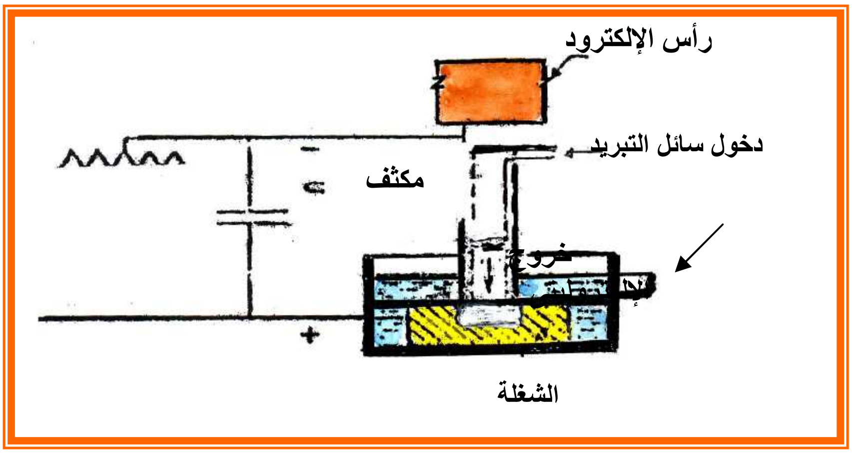
٤/١١ التشغيل الكهروحرارى

١- التشغيل بالتفريغ الكهربى (الشرارة) .

وتستخدم هذه الطريقة فى تشغيل وإزالة المعادن اللدنه والصلدة ولا تستخدم فى تشغيل المواد العازلة للكهرباء مثل الزجاج والمواد الخزفية وتقوم الطريقة على توليد شرارة (نتيجة للتفريغ الكهربائي) بين الكترود و الشغلة دون التلامس بينهما ٠ وتحدث الشرارة خلال سائل تبريد مثل أي زيت معدني كالكيروسين ، وبذلك تتم الازالة المطلوبة .

وبإزالة التخانة يمكن بهذه الطريقة تشغيل الثقوب وتجليخ أو شحذ أدوات القطع الصلدة .

ويوضح الشكل تخطيطيآ مبسطآ لعملية التشغيل الكهروحرارى



شكل رقم {١١- ٥}

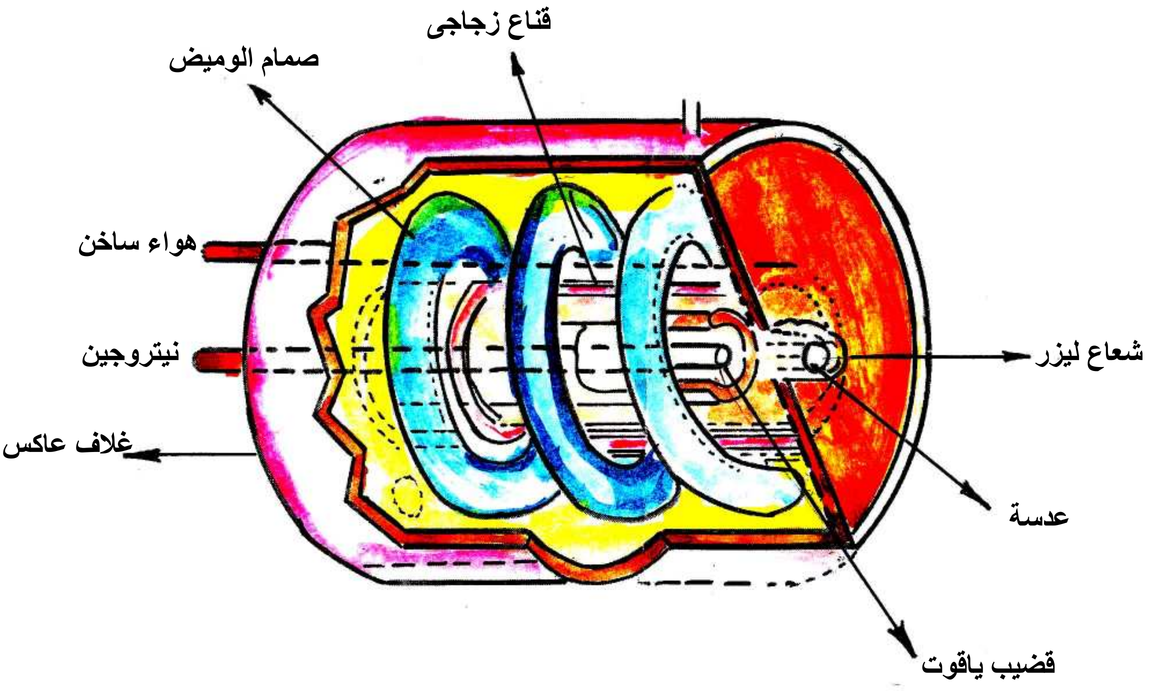
٥/١١ التشغيل بإستخدام الموجات الضوئية

ويستخدم في هذه الطريقة الإزالة بالليزر .

والليزر هو إسم مختصر من العبارة (شعاع الضوء كمكبر بواسطة تنشيط الاشعة) ، أى أن هذه الأشعة ما هى إلا أشعة ضوئية بطول موجه موحده وهذا الشعاع متوازى (غير مبعثر) وتتولد حرارة فائقة نتيجة لحزمة الأشعة الضوئية الموحدة فتنبعث الأشعة فى صورة الضوء

الحرارى و يستفاد بها فى تبخير طبقات سطحية من الشغلة المطلوب تشغيلها وإزالة التخانة المتبخرة أول بأول .

كما هو موضح فى الشكل رقم (١١- ٦)



مقطع توضيحى يبين مكونات جهاز شعاع الضوء
بواسطة تنشيط الأشعة(شعاع الليزر)

شكل رقم {١١- ٦}

تدريبات على الباب الحادي عشر

س١ بين أنواع العمليات الرئيسية فى طرق التشغيل الحديث ؟

س٢ بين نظرية الإزالة بالموجات فوق حد السمع ؟

س٣ وضح كيفية الإزالة بمنفث المواد الحاكة ؟

س٤ بين كيفية اتمام الإزالة بالمحلول الكيميائى ؟

س٥ بين كيف يتم تجليخ سطح المعدن بالإلكتروليتى ؟

س٦ وضح كيف يمكن إزالة تخانة المعدن وكذلك تشغيل الثقوب والتجليخ وشحذ أدوات القطع بواسطة التفريغ الكهربائى ؟

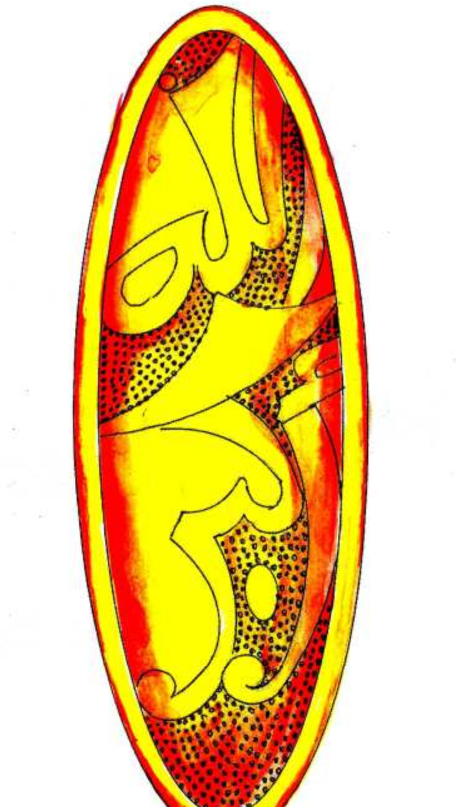
س٧ بين كيفية إزالة تخانة المعدن بإستخدام الموجات الضوئية ؟

ثانياً : التطبيقات العملية

تمارين متنوعة للتطبيقات العملية

تحتوى على محتوى المنهج المقرر

التمرين الاول
ستاند مكتب من النحاس الأصفر



<u>مواصفات التمرين</u>

عبارة عن ستاند مكتب من النحاس الأصفر بيضاوي الشكل مقاس ٦ × ١٧ سم به لفظ الله اكبر مفرغه و بعض أجزائها مثقبه على المخرطة مقاس ٨سم .

الغرض من التمرين :-

١ - التدريب علي عمليه القص و الأستعدال و الشنكره .
٢ - التدريب على عمليه التفريغ بالاركت في منتجات نافعة .
٣ - التدريب على عمليه الثقب الدقيق .
٤ - التدريب على عمليه الخراطة الميكانيكية .
٥ - التدريب على عمليه اللحام بالفضة وإزاله أثار اللحام .
٦ - التدريب على عمليه الجمع على مخرطة الجمع الآلى .
٧ - التدريب على عمليه التلميع و التشطيب الجيد للتمارين .

الخامات المستخدمة :-

١ - نحاس أصفر ألوح سمك ١مم .
٢ - فضه لحام عيار ٦٠ .
٣ - جاويط نحاس أصفر مبروم قطره ١٥مم أو $\frac{3}{4}$.
٤ - ورنيش معادن شفاف .
٥ - قاعدة من اللدائن قطرها ٨ سم .
٦ - مسمار حديد طول ٢سم .

العدد و المعدات المستعملة :-

قدم صلب / شوكه علام / مقص يدوى / مقص جيلوتين / دقماق / زهره إستعدال / مبارد مختلفة / منشار أركت / مثقاب كهربائي / بنط ٢مم ، ٤مم / ماكينة فرشة التلميع / ذكر قلاووظ عدد و أدوات اللحام بالفضة / ماكينة المخرطة الميكانيكية / ماكينة مخرط الجمع الآلى .

طريقه تنفيذ أجزاء التمرين :-

١ - يقص المعدن حسب المقاس المطلوب لتنفيذ الإستاند (١٧ × ٦سم) .
٢ - يلمع النحاس على ماكينة فرشاة التلميع تلميعاً جيداً من الوجهين .

٣ - يلصق الرسم المراد تفريغه على النحاس أو يشنكر مع مراعاة الدقه أثناء عمليه اللصق أو الشنكره .

٤ - يتم تفريغ الأماكن المطلوب تفريغها بواسطة المنشار الأركيت مع مراعاة إستعمال سلاح الأركيت المناسب لسمك المعدن المراد تفريغه .

٥ - ثم نبدأ من إستخدام المبارد الساعاتي لتسويه التفريغ .

٦ - يتم تشكيل بليه خراطه على ماكينة المخرطة الميكانيكية حسب الرسم و بإستخدام أقلام الخرط المناسب ثم تثقب ببنطه ٤مم و تقلوظ سن انجليزي و تلحم بالجزء المفرغ بالفضة .

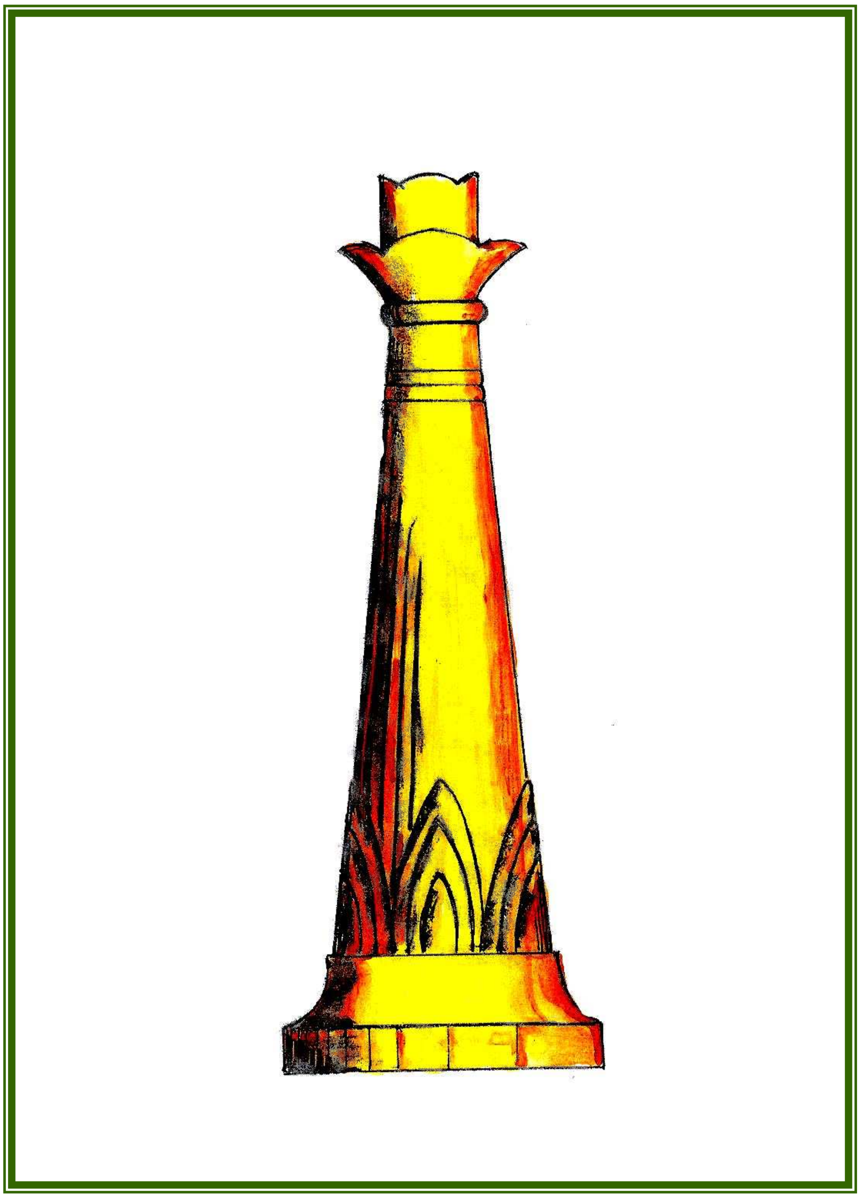
٧ - قاعدة التمرين و تنفذ من قرص ٨ سم سمك ١مم و يجمع على مخرطة الجمع الآلى بعد عمليه التخمير و حتى نصل للشكل المطلوب و تثقب ٥ مم و يتم تجميع أجزاء التمرين بعد الإنتهاء من تشطيبها و تلميعها و ترش بالورنيش الشفاف ، ثم يثبت بالقاعدة بواسطة مسمار ٢ سم.

مقايسة التمرين

م	الكمية	أسم الصنف	ملاحظات
١	١	قطعه نحاس أصفر ألواح سمك ١مم ١٧ × ٦ سم	
٢	١	قطعه نحاس أصفر ألواح سمك ١مم ٨ × ٧ سم	
٣	١	بليه نحاس أصفر أسياخ حسب الرسم المطلوب بها ثقب مقلوظ سن إنجليزى	
٤	١	مسمار حديد	
٥	٠.٥	جرام فضه عيار ٦٠	
٦	٠.٢٥	فرخ صنفرة على قماش	
٧	٠.٢٥	قالب جوماطة لكل ٣ تمارين	
٨	١	قاعده من اللدائن حسب الرسم	
٩	١	سلاح منشار أركت	

التمرين الثانى
شمعدان من النحاس الأصفر طراز فرعوني

- التمرين عبارة عن شمعدان من النحاس الأصفر ارتفاع ٢٠ سم محلى بزخارف ريبوسيه و على الطراز الفرعوني .



وصف التمرين :

- التمرين عبارة عن شمعدان من النحاس الأصفر ارتفاع ٢٠ سم محلى بزخارف ريبوسيه و على الطراز الفرعوني .

الغرض من التمرين :-

١ - التدريب علي تنفيذ الأجسام المعدنية بطريقه الإنفراد .

٢ - التدريب على عمليه لف المخاريط على ماكينة لف المخاريط و السنادين المختلفة.

٣ - التدريب على عمليه الجمع على مخرطة.

٤ - التدريب على تشكيل القطع المخروطه على المخرطة الميكانيكية .

٥ - التدريب على عمليات اللحام بالفضة و القصدير .

٦ - التدريب على عمليات الثقب و القلوظه .

الخامات المستخدمة :-

١ - نحاس أصفر ألوح ١مم .

٢ - نحاس أصفر أسياخ قطر ٢٢مم .

٣ - مسمار حديد مقلوظ $\frac{3}{16}$ ً .

٤ - فضه لحام عيار ٦٠ .

٥ - قصدير لحام ٢ : ١ رصاص خردة .

العدد و المعدات المستعملة :-

مخرطة الجمع / المخرطة الميكانيكية / أدوات و عدد اللحام بالفضة و القصدير / سندان مسلوب / عدد و أدوات الشنكره / مثقاب تزجه / منشار أركت / أقلام الريبوسيه / طقم ذكر قلاوظ بالبوجى / ماكينة فرشه التلميع / جواكيش مختلفة / ماكينة الكردون .

طريقه تنفيذ أجزاء التمرين :-

الجزء الأول (بيت الشمعة) :-

عبارة عن ماسورة نحاس أصفر قطر ١ ً تقطع حسب الطول المطلوب ويتم عمل الفوستونات بواسطة المبارد وتلمع وتلحم بالطبق بالقصدير .

الجزء الثانى (طبق بيت الشمعة) :-

عبارة عن قطعة مجموعة على مخرطة الجمع من قرص نحاس أصفر سمك ١مم قطر ٨ سم وتشكل حسب الرسم ويتم إزالة الزوائد ويتم عمل الفوستونات بواسطة المبارد وتثقب ٥ مم وتلمع على فرشة التلميع .

الجزء الثالث (بلية خراطة) :-

عبارة عن بلية خراطة وتشكل على ماكينة المخرطة الميكانكية حسب الرسم ويترك جزء من البلية مساوى لفوهة المخروط من الداخل وتثقب ٤ مم وتقلوظ وتلحم بالمخروط بالقصدير .

الجزء الرابع :

عبارة عن مخروط ناقص من نحاس اصفر ألوح سمك ١ مم ينفذ بطريقه الانفراد

<u>بإتباع الخطوات التالية :-</u>

١ - يرسم الإنفراد هندسياً و يشنكر على المعدن بدقه و يقص و تسوى الحواف بالمبارد .

٢ - يلف الإنفراد على السندان المسلوب أو ماكينة لف المخاريط حتى تنطيق الحواف الجانبية للإنفراد تماماً .

٣ - يلحم المخروط بالفضة لحاماً جيداً ثم يوضع في حمض الغلاية لإزاله أثار اللحام ثم يستكمل باقي إزاله أثار اللحام بالمبارد و الصنفرة .

٤ - يعاد إستعدال المخروط على السندان المسلوب المناسب إستعدالاً جيدا بواسطة الدقماق .

٥ - يجلس المخروط على المخرطة بعد إعداد القاعدة الخاصة به من اللدائن أو الألومنيوم و يتم عمل التحديد الموجود بالرسم و ذلك بالمبرد المثلث .

٦ - يتم مليء المخروط بالرصاص المنصهر بعد سد فوهته الصغيرة بالرمل و ذلك لعمل خلايا الريبوسيه .

٧ - يتم تحديد الرسم المطلوب وذلك بعد عمليه التقسيم المتساويه .

٨ - بإستخدام اقلام الريبوسيه يتم عمل الخلايا (الريبوسيه) ويتم التنعيم الجيد .

الجزء الخامس القاعدة :-

وهو عبارة عن قطعه مجموعه على ماكينه مخرطه الجمع من النحاس الأصفر قطر القطعه ١٠سم ويتم التشكيل على القالب المعد لذلك حسب الرسم من الخشب الزان أو الألومنيوم وتزال الزوائد وتصنفر القاعده وتلحم بالمخروط بالقصدير بعد الأنتهاء من تنفيذ جميع أجزاء التمرين و

تثبيتها يعاد التلميع على ماكينه فرشه التلميع و ترش جميع الأجزاء بالورنيش الشفاف للحفاظ عليها من العوامل الجويه .

مقايسة التمرين

م	الكمية	أسم الصنف	ملاحظات
١	١	قطعه ماسوره قطر ١ طول ٢.٥ سم	
٢	١	قطعه نحاس أصفر سمك ١مم ٨ × ٨ سم	
٣	١	قطعه مخروطه حسب الرسم بها قلاووظ $\frac{٣}{١٦}$ ً	
٤	١	قطعه نحاس أصفر سمك ١ مم مقاس ١٦ × ١٥ سم	
٥	١	قطعه نحاس أصفر سمك ١ مم مقاس ١٠ × ١٠ سم	
٦	١	مسمار حديد مقلوظ مخ طاسة	
٧	٠.٥	جرام فضه عيار ٦٠	
٨	٢	جرام قصدير لحام ٢ : ١	
٩	٠.٥	قالب جوماطة لكل ٣ تمارين	
١٠	٠.٥	فرخ صنفرة لكل ٣ تمارين	

التمرين الثالث
أباجورة عربي

وصف التمرين :

- التمرين عبارة أباجورة عربى على شكل إسطوانى محلى بزخارف يتم تنفيذها بالثقب

الغرض من التمرين :-

١ - التدريب علي حساب الإنفرادات للشكل الإسطوانى و المخروط .

٢ - التدريب على عمليات لف الإسطوانات .

٣ - التدريب على عمليه الثقب و التلميع .

٤ - التدريب على الجمع على مخرطة الجمع .

٥ - التدريب على التشكيل على المخرطة الميكانيكية.

٦ - التدريب على التشطيب الجيد .

٧ - التدريب على عمليه الريبوسيه والنقش على الأجسام المجموعه لإضافه اللمسة الجمالية لها .

٨ - التدريب على عمليه اللحامات بأنواعها .

<u>الخامات المستخدمة :-</u>

١ - نحاس أصفر ألواح ١مم .

٢ - جاويط نحاس أصفر قطره ٢٠مم .

٣ - فضه لحام عيار ٦٠ .

٤ - قصدير لحام .

٥ - تيش قلاووظ ١٠ مم حديد .

٦ - رصاص خرده .

<u>العدد المستعملة :-</u>

شوكه علام / قدم صلب / برجل علام / زاويه قائمه / مقص صاج ٨" / سندان إسطواني / ماكينه لف إسطوانات / عدد و أدوات اللحام بالفضه و القصدير / زهره إستعدال / دقماق خشب / زمبه علام / مبارد مختلفة / بنط ٢ مم ، ١٠ مم / مخرطة جمع / المخرطة الميكانيكية / فرشاة تلميع / مثقاب كهربائي / منشار أركت / أقلام الريبوسيه / جواكيش / أقلام النقش .

<u>شرح طريقه التنفيذ :-</u>

الجزء الأول :-

جسم الأباجورة و ينفذ من قطعه مستطيله من النحاس الأصفر ألواح و يتم تنفيذها بطريقه الإنفراد الإسطوانه مقاس ٢٨ × ١٩ سم و يتم التنفيذ بقص المستطيل على المقص الجيلوتين ثم يتم تلميع القطعه تلميعاً جيداً على الوجهين ثم يتم لصق الرسم ثم نبدأ فى الشرفه العلويه ثم نبدأ فى إظهار الرسم بطريقه النقش بإستخدام أقلام النقش لإظهار حدود الرسم وبعد ذلك يتم الثقب

الدقيق ببنطه ٢ مم الى أن يتم الأنتهاء منها ثم تضع القطعه المعدنيه فى الماء الدافىء لنزع الورق من عليها ثم نبدأ فى لف الشكل الإسطوانى على ماكينه الدرفيل الإسطوانى ثم نبدأ فى تسويه الأحرف

تمهيداً لعمليه اللحام بالفضه ثم نبدأ فى إزاله أثار اللحام بوضع القطعه فى حمض الغلايه و بإستعمال المبارد و الصنفره و بعد عمليه اللحام نبدأ فى تجليس الجسم الإسطوانى على قالب إسطوانى و على مخرطه الجمع و ذلك بأقلام خشبيه .

الجزء الثانى :-

هو عبارة عن قطعة مجموعة على مخرطة الجمع الآلى من قرص نحاس أصفر ألواح قطره ١٢ سم ويتم تشكيله على قالب من الخشب الزان أو الألومنيوم و حسب الرسم ثم نبدأ فى ملىء القطعه بالرصاص المنصهر و تترك حتى يتماسك ثم نبدأ فى عمليه الريبوسيه ثم يثقب ببنطه ١٠ مم و يلمع تمهيداً لعمليه لحام بشريط نحاس يساوى القطر الداخلى للجسم الإسطوانى و بأرتفاع ١ سم و يتم لحامه على القطعه المجموعه بالقصدير .

الجزء الثالث :-

قطعه مخروطه على المخرطه الميكانيكيه من جاويط نحاس أصفر قطر ٢٠ مم و يثقب و يقلوظ ١٠ مم سن انجليزى .

الجزء الرابع :-

قطعه مجموعه على مخرط الجمع الآلى و كما هو أتبع فى الجزء الثانى مقاس و بعد الأنتهاء من تنفيذ جميع أجزاء التمرين يشطب كل جزء على حده و تلمع الأجزاء على الفرشاة تلميعاً جيداً و تجمع الأجزاء بواسطه تيش مقلوظ ١٠ مم من الحديد و صامولة نحاس أصفر قطر ١٠ مم و ترش أجزاء التمرين بالورنيش الشفاف للحفاظ عليه من العوامل الجويه أو تجرى عليها عملية الطلاء بالفضة .
ومكونات حوض الطلاء : كلوريد فضه + سيانيد الصوديوم + كربونات صوديوم .

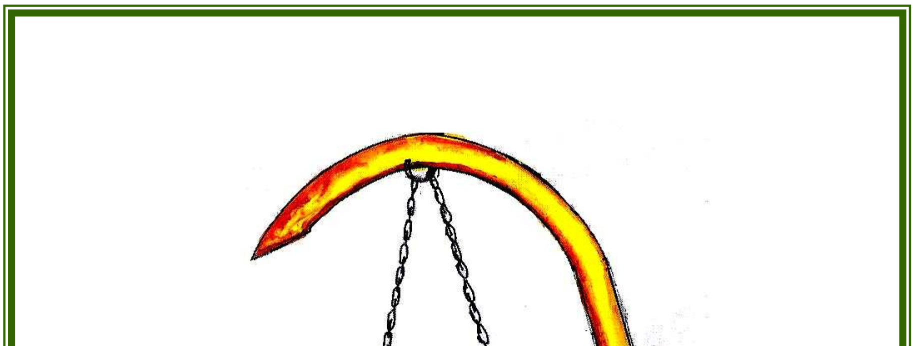
<u>إرشادات :-</u>

- يتم وضع الأجزاء الملحومه بالفضه فى حامض الغلاية لإزاله أثار اللحام و التنكار و تغسل بالماء
  و تعالج الزيادات الناتجه من اللحام بالمبارد و الصنفره
- يراعى فى تنفيذ التمارين سهوله عمليه الفك و التركيب و ذلك لسهوله عمليه التنظيف و التلميع للمشغولات دون أى عائق أو جهد .

مقايسة التمرين

م	الكمية	أسم الصنف	ملاحظات
١	١	قطعه نحاس اصفر ألواح مقاس ١٩ × ٢٨ سم	
٢	١	قطعه نحاس اصفر ألواح مقاس ١٢ × ١٢ سم	
٣	١	قطعه نحاس اصفر ألواح مقاس ١٣ × ١٣ سم	
٤	١	قطعه مخروطه على المخرطه الميكانيكيه قطر ٢٠ سم حسب الرسم	
٥	١	جرام فضه عيار ٦٠	
٦	٢	جرام قصدير لحام ٢ : ١	
٧	١	قطعه تيش حديد مقلوظ ١٠ مم أرتفاع ٧ سم	
٨	٢	صامولة نحاس أصفر ١٠ مم	
٩	٠.٢٥	قالب جوماطة لكل ٢ تمارين	
١٠	٠.٢٥	فرخ صنفرة لكل ٢ تمارين	
١١	١	قاعده مصنوعة من اللدائن	
١٢	١	سلاح منشار أركت	

التمرين الرابع
شمعدان من النحاس



وصف التمرين :

التمرين عبارة عن شمعدان من النحاس الأصفر أرتفاع ٢٩ سم محلى بأشغال الريبوسيه (غير أعتيادى)

الغرض من التمرين :-

١ - التدريب علي تنفيذ تشكيل الأجسام المعدنيه بطريقه الجمع الآلى على المخرطه .

٢ - التدريب على تكويع المواسير .

٣ - التدريب على عمل السلاسل .

٤ - التدريب على عمليات اللحام بالفضة و القصدير .

٥ - التدريب على عمليه الريبوسيه .

٦ - التدريب على التشطيب الجيد لتمارين المعادن .

الخامات المستخدمة :-

١ - نحاس أصفر ألواح ١مم .

٢ - نحاس أصفر أسياخ قطر ١٠ مم ، مواسير قطر ٢٢ مم .

٣ - جاويط نحاس أصفر قطر ١٠ مم .

٤ - مسمار حديد مقلوظ $\frac{3}{16}$" .

٥ - سلك نحاس أصفر قطر ١ مم

٦ - فضه لحام .

٧ - قضدير لحام .

٨ - قاعدة من اللدائن .

العدد و المعدات المستعملة :-

مخرطة الجمع الآلى / المخرطة الميكانيكية / عدد اللحام بالفضة و القصدير / شوكه علام / مثقاب كهربائى / مثقاب تزجه / المبارد و أنواعها / أقلام الريبوسيه / فرشة التلميع / المقصات المختلفه

طريقه تنفيذ أجزاء التمرين :-

الجزء الأول (بيت الشمعة) :-

عبارة عن إسطوانه منفده من ماسورة قطر ٢٢ مم و تلحم فى طبق بيت الشمعه .

الجزء الثانى (طبق الشمعة) :-

هو جزء مجموع على المخرطة من قرص نحاس أصفر قطر ١٣ سم و حسب الرسم بعد إعداد القالب المطابق للشكل المطلوب بعد عمليه الجمع على المخرطه يملأ بمعدن الرصاص المنصهر و بعد أن يتجمد الرصاص ثم نبدأ فى عمليه الريبوسيه بواسطه أقلام الريبوسيه و بعد إتمام عمليه الريبوسيه نبدأ فى عمليه ترميل الوحدات بأقلام الترميل يفرغ الرصاص بعد الأنتهاء من إتمام عمليه الريبوسيه و الترميل ثم يتم تشطيب هذا الجزء بالصنفره و التلميع تمهيداً للحام بيت الشمعه بالفضه

الجزء الثالث (حامل الشمعدان) :-

وهو عبارة عن بلية ماسورة قطر ١٠ مم طول ٤٨ سم و يجب عند قطع الماسورة يترك زيادة فى طول الماسورة قبل عمليه التكويع ثم تخمر الماسورة و تملأ الماسورة بالرصاص المنصهر بعد سد إحدى طرفى الماسورة ونبدأ فى تكويع الماسورة بعد عمل ضبعه من الخشب مثبته على التزجه و تكون الشكل الداخلى للرسم و بعد عمليه التكويع نبدأ فى تفريغ الماسورة من الرصاص و قطع الزيادة بقطاعه المواسير أو المنشار الحدادى ثم يجلد طرفى الماسورة بالنحاس الأصفر و لحام الفضه .

الجزء الرابع : قطعه مخروطه (بليه نحاس) :-

تشكل على المخرطه الميكانيكيه حسب الرسم من جاويط نحاس أصفر قطره ٢٢ سم مع ملاحظه ثقبها و قلوظتها .

الجزء الخامس : قاعدة الشمعدان :-

و هو جزء مجموع على مخرطة الجمع الآلى من قرص نحاس أصفر قطر ١٤ سم حسب الرسم و بعد إعداد القالب المناسب و المطابق للشكل و بعد عمليه الجمع تملأ بمعدن الرصاص المنصهر وبعد أن يبرد تماما نبدأ فى عمليه الريبوسيه حسب الرسم بوحدات غير متساويه ثم نبدأ فى عمليه الترميل ثم يتم تفريغ الرصاص وثقب القاعدة ببنطه ٤ مم .

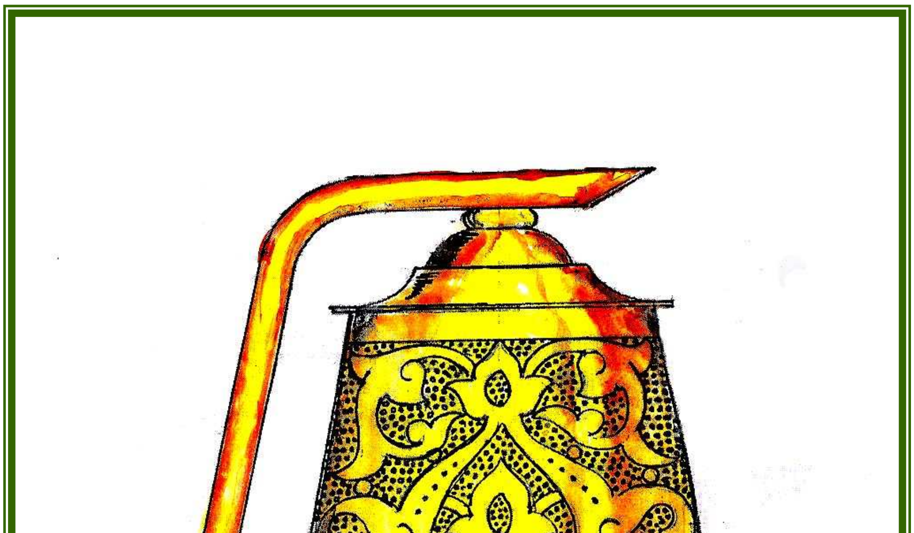
الجزء السادس : سلسله من النحاس :-

نبدأ فى تخمير سلك نحاس أصفر قطر١ مم ثم نبدأ فى لف السلك على السنبك المناسب وقطر الزرده المطلوبه ثم نبدأ فى قطع الزرد بمنشار أركيت ونبدأ فى عمل السلسله ولحام الزرد بالفضه ثم نبدأ فى تقسيم السلسله الى ثلاث قطع متساويه بطول ٢٠ سم وتثبت فى طبق بيت الشمعه والماسورة بعد الأنتهاء من تنفيذ أجزاء التمرين بتشطيب كل جزء على حده وتلميع الأجزاء على الفرشاة تلميعاً جيداً وتجمع أجزاء التمرين وترش بالورنيش الشفاف للحفاظ على التلميع أطول فترة يراعى فى تنفيذ أى تمرين سهوله عمليه الفك والتركيب لسهوله عمليه التنظيف والتلميع للمشغوله دون أى عائق أو جهد .

مقايسة التمرين

م	الكمية	أسم الصنف	ملاحظات
١	١	قطعه نحاس أصفر سمك ١ مم مقاس ١٣ × ١٣ سم	
٢	١	قطعه نحاس أصفر سمك ١ مم مقاس ١٤ × ١٤ سم	
٣	١	ماسوره نحاس أصفر قطر ١٠ مم طول ٥٢ سم	
٤	١	ماسوره نحاس أصفر قطر ٢٢ مم طول ٤ سم	
٥	١	قطعه خراطه قطر ٢٢ مم تشكل حسب الرسم	
٦	١	سلك نحاس أصفر قطر ١ مم ٣٠٠ جرام	
٧	١	مسمار حديد طول ٤ سم	
٨	٢	فضه لحام عيار ٦٠	
٩	٣	قصدير لحام	
١٠	١	قاعده من اللدائن قطر ١٦ سم	
١١	٠.٢٥	صنفرة على قماش	

التمرين الخامس
أباجورة ركن عربى



وصف التمرين :

التمرين عبارة أباجورة ركن عربى من النحاس الأصفر وهى محلاه بزخارف عربيه يتم تنفيذها بطريقة الحفر بالأحماض (الزنكوغراف) ويتم ثقب باقى الأجزاء لخروج الضوء الخافت

الغرض من التمرين :-

١ - التدريب علي تكويع المواسير .

٢ - التدريب على عمليه الحفر بالأحماض .

٣ - التدريب على الأنفرادات ولف المخاريط .

٤ - التدريب على تشكيل الاجسام بإسلوب السباكة بالرمل .

٥ - التدريب على تشكيل القطع المخروطه على المخرطه الميكانيكيه .

٦ - التدريب على اللحامات بأنواعها .

٧ - التدريب على التفريغ الدقيق .

٨ - التدريب على عمليات التشطيب الجيد للتمارين المنفذه .

<u>الخامات المستخدمة :-</u>

١ - نحاس أصفر ألواح سمك ١ مم .

٢ - نحاس أصفر ألواح سمك ٢ مم .

٣ - نحاس أصفر مبروم .

٤ - قصدير لحام ٢ : ١ .

٥ - فضه لحام عيار ٦٠ .

٦ - جوماطه للتلميع .

٧- صنفره على قماش .

٨ - قاعدة من اللدائن .

<u>العدد المستعملة :-</u>

ماكينه مخرطه الجمع / عدد وأدوات اللحام بالفضه والقصدير/ ماكينه مثقاب التزجه / بنط ٢ مم ،٤ مم / برواز أركت بالسلاح / طقم قلاووظ / ماكينه التلميع / منشار حدادى .

<u>طريقه التنفيذ :-</u>

الجزء الأول :-

- وهو عباره عن مخروط ناقص ينفذ بطريقه الإنفراد ويتم رسم الإنفراد على الورق هندسياً بالطريقه المعروفه ثم ينقل على المعدن ويقص ثم نقوم برسم الإنفراد بالوحدات الزخرفيه على ورق كلك بالحبر الشينى الأسود تمهيداً لطبع الرسم على المعدن .
- نقوم بتنظيف قطعه المعدن بالصنفرة الناعمه جداً وبالماء لإزالة الدهون تمهيداً لعمليه الطبع .
- نقوم بوضع ماده الحساس وهى ماده جيلاتينيه سائله على قطعه المعدن مع التأكد بفرش الماده على

قطعه المعدن وبالتساوى بتحريك قطعه النحاس فى جميع الإتجاهات بواسطه المثقاب اليدوى .

- نقوم بتقريب قطعه المعدن على لهب نار حتى يجف الحساس تماماً وبعد عمليه الجفاف نضع ورق

الكلك على قطعه المعدن وبتثبيت قطعه النحاس والكلك وقطعه من الزجاج بواسطه المشابك العاديه وتعريض الرسم للشمس يتم طبع الرسم على قطعه المعدن .

- بعد عمليه الطبع نضع قطعه النحاس فى المظهر وهى ماده لونيه لإظهار الرسم على النحاس وإزاله أى أجزاء غير مرغوب فيها ثم نقوم بعد ذلك بدهان ظهر قطعه النحاس بالدكو حتى لا يتأثر بالأحماض
- ثم نقوم بعد ذلك بوضع قطعه النحاس فى الحمض الخاص بالحفر وبالتحريك المستمر نصل الى الحفر المطلوب (العمق المطلوب) ثم نغسل قطعه المعدن بالماء ونزيل الدكو بالتنر ويتم صنفرة قطعه النحاس جيداً بالصنفرة الناعمه .
- بعد عمليه الحفر يتم لف المخروط تمهيداً لعمليه لحامه بالفضه وذلك بوضع التنكار من الداخل والخارج حتى يتم اللحام الجيد وتزال أثار اللحام بالمبارد والصنفره ثم نقوم بعمليه الثقب حسب الرسم ببنطه ١.٥ مم ثم نقوم بتلميع هذا الجزء تمهيداً للحامه مع القطعه المجموعه .

الجزء الثانى :-

قطعه مجموعه على مخرطة الجمع من قرص نحاس أصفر قطر ١٢ سم حسب الرسم بعد إعداد القالب المطابق للشكل المطلوب ثم تثقب ببنط ١٠ مم وتلحم بالقصدير مع المخروط (الجريف)

الجزء الثالث :-

ماسورة نحاس أصفر ١٠ مم طول ٥٥ سم يتم إعداد قطعة من الخشب الزان حسب الرسم الداخلى للماسورة وتثبت على التزجه ثم تملئ الماسورة بالرصاص المنصهر تمهيداً لعمليه التكويع ثم نبدأ فى تكويع الماسورة حسب الرسم ونقوم بتفريغ الرصاص وذلك بتسخين الماسورة ثم نقوم بعد ذلك بقطع الزيادة الموجودة فى الماسورة وهذه الزيادة لتساعد الطالب فى عملية التكويع ثم نقوم بعملية الثقب الموجودة على الرسم وذلك لمرور السلك الكهربائى ببنطه ٨ مم وتزال أثار الثقب بالمبارد ثم تجلد طرفى الماسورة باللحام الفضه .

الجزء الرابع :-

جزء منفذ بإسلوب السباكة بالرمل ويشطب جيداً ثم يلحم بالماسورة .

الجزء الخامس :-

وهو عباره عن قطعه من نحاس أصفر مبروم يتم تشكيلها على المخرطه الميكانيكيه وتثقب إحداها ببنطه ٩.٥ مم وتقلوظ ويثقب الجزئين الأخرين ببنطه ٤ مم وتقلوظ ويتم لحامها بالماسورة كما فى الرسم بالفضه .

الجزء السادس :-

عباره عن قطعة مستطيله من النحاس الأصفر مقاس ١٣ × ١٨ سم تلمع وتثبت على القاعدة بواسطه مسمار يثبت من أسفل القاعدة المصنوعة من اللدائن وفى الجزئين المخروطين الملحومين بالماسورة .

الجزء السابع :-

قاعد مصنوعة من اللدائن مقاس ١٥ × ٢٠ سم مشطوفه من الجهات الأربع .

إرشادات :-

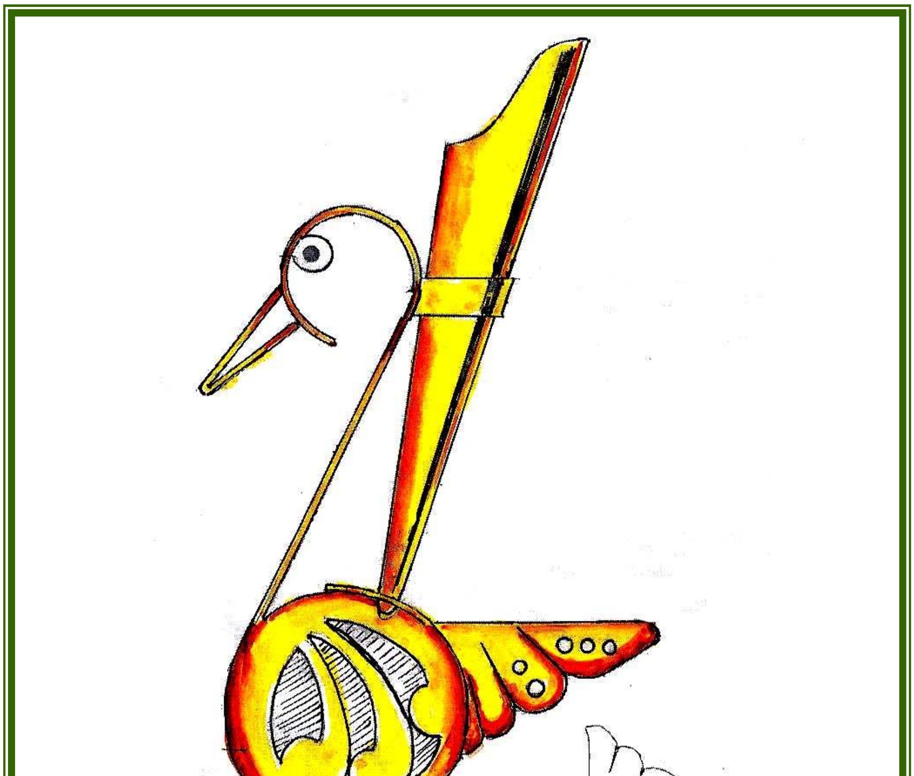
يراعى فى تنفيذ التمارين سهوله الفك و التركيب و ذلك لسهولة عملية التنظيف و التلميع والتوصيل الكهربائى دون أى عائق أو جهد.

مقايسة التمرين

م	الكمية	أسم الصنف	ملاحظات
١	١	قطعه نحاس أصفر سمك ١ مم مقاس ٣٢ × ١٣ سم	
٢	١	قطعه نحاس أصفر سمك ١ مم مقاس ١٢ × ١٢ سم	
٣	١	قطعه نحاس أصفر سمك ١ مم مقاس ١٣ ×١٨ سم	
٤	١	قطعه نحاس أصفر سمك ٢ مم مقاس ٩ ×٩ سم	
٥	١	ماسوره نحاس أصفر قطر ١٠مم طول ٥٥سم	
٦	٣	قطعه مخروطه (بليه) نحاس أصفر حسب الرسم	
٧	٢	فضه لحام عيارً ٦٠	

٨	٥	قصدير لحام ٢ : ١	
٩	٢	مسمار حديد	
١٠	٠.٢٥	قالب جوماطه	
١١	٠.٥	صنفرة على قماش	
١٢	١	قاعدة من اللدائن مقاس ١٥ × ٢٠	

التمرين السادس
زهرية من النحاس الأصفر



<u>وصف التمرين :</u>

عباره عن زهريه من النحاس الأصفر (الخوصه على شكل طائر)

<u>الغرض من التمرين :-</u>

١ - التدريب علي الأنفرادات ولف المخاريط .

٢ - التدريب على تشكيل الأجسام المعدنيه بطريقه الجمع .

٣ - التدريب على تشكيل القطع المخروطه .

٤ - التدريب على التفريغ الدقيق .

٥ - التدريب على اللحامات بأنواعها .

٦ - التدريب على التشطيب الجيد والعزل بالورنيش .

<u>الخامات المستخدمة :-</u>

١ - نحاس أصفر خوص عرض ٢.٥ سم ×٢ مم .

٢ - نحاس أصفر ألواح سمك ١ مم .

٣ - ماسوره ١٠ مم .

٤ - نحاس أصفر مبروم .

٥ - قصدير لحام .

٦ - فضه لحام .

٧ - جوماطه للتلميع .

٨ - صنفرة على قماش .

العدد المستعملة :-

شوكه علام / قدم صلب / برجل علام / مقص معادن / دقماق خشب / سندان مخروطى الشكل / عدد وأدوات اللحام بالفضه والقصدير/ المبارد المختلفه / مخرطه الجمع / المخرطه الميكانيكيه / فرش التلميع .

شرح طريقه التنفيذ :-

الجزء الأول :-

عبارة عن شريط ١ نحاس أصفر خوص سمك ٢ مم عرض ٢.٥ سم طول ٤٥ سم يتم تخمير الشريط جيدا ويلمع من الجهتين ثم يتم تشكيله حسب الرسم على السنادين المختلفه وبالدقماق المطاط أو الخشب ثم يلف الجزء المشكل للمنقار ويتم اللحام بالقصدير ويزال أثار اللحام بالمبارد والصنفرة .

الجزء الثانى :-

عباره عن مخروط ويتم تشكيله بطريقه الإنفراد وكما سبق شرحه ويلحم بالفضه ويلمع جيداً .

الجزء الثالث :-

ذيل الطائر وهو عبارة عن قطعه من النحاس الأصفر سمك ١ مم ثم بطريقه الإنفراد وتفريغ بالمناشير الأركت وثقب حسب الرسم وتلحم بالجزء رقم ١ بالقصدير وبعد عملية التلميع .

الجزء الرابع :-

عباره عن ٢ قرص من النحاس الأصفر سمك ١ مم يتم تفريغ الوحدات الزخرفيه بالمنشار الأركت وحسب الرسم ويتم لحام الجزئين بالقصدير .

الجزء الخامس :-

عباره عن قطعة من النحاس الأصفر يتم لفها على شكل دائرة مساوية لقطر المخروط وتلحم فى الجزء رقم ١ بالقصدير وذلك لتثبيت المخروط فيها .

الجزء السادس :-

قطعه نحاس أصفر تنفذ على المخرطة بطريقه الجمع الآلى من قرص قطر ١١ سم وذلك بعد إتمام عمليه التخمير الجيد وتكرر عمليه التخمير كلما لزم الأمر حتى يتم الأنتهاء من عملية الجمع وحسب الرسم ثم تثقب ببنطه ٥ سم للتجميع .

<u>الجزء السابع :-</u>

عبارة عن ماسوره قطر ١٠ مم مقاس ٢.٥ سم تجلد من الطرفين وتلحم كما بالرسم بالقصدير ويلصق عليها من الجهتين فص بلاستيك يمثل عين الطائر .

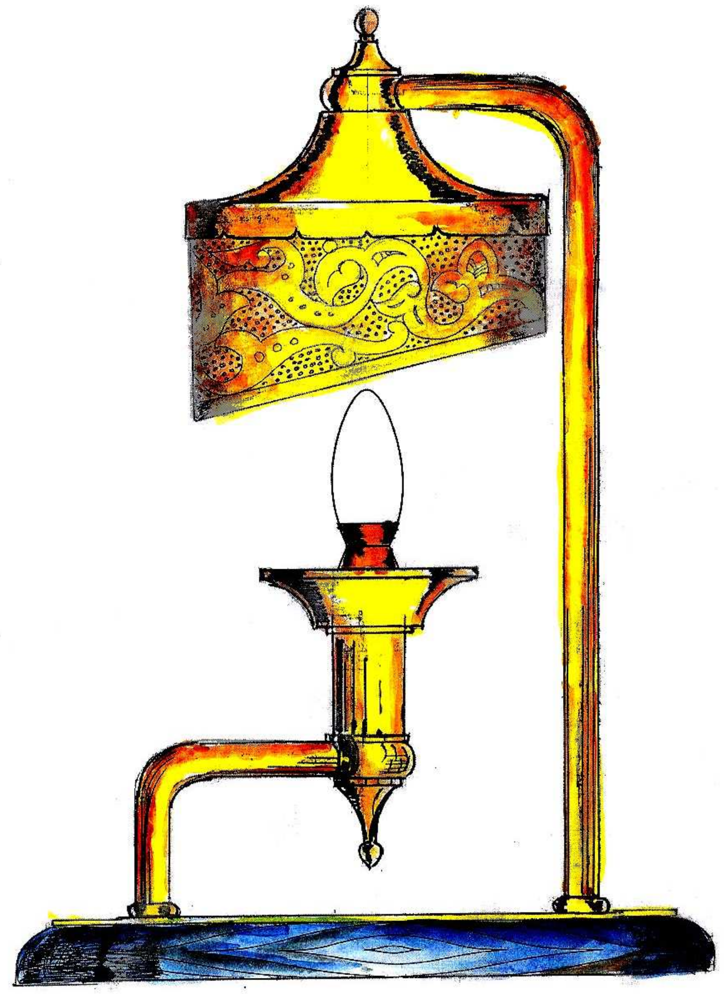
<u>الجزء الثامن :-</u>

قاعدة من اللدائن قطر ١٢ سم يفضل اللون الأسود ويتم تجميع أجزاء التمرين بمسمار طول ٥ سم

مقايسة التمرين

	الكمية	أسم الصنف	ملاحظات
١	١	قطعة نحاس أصفر سمك ٢ مم عرض ٢.٥ سم طول ٤٥ سم	
٢	١	قطعة نحاس أصفر سمك ١ مم مقاس ١٧ × ١٢ سم	
٣	١	قطعة نحاس أصفر سمك ١ مم مقاس ٨ ×٨ سم	
٤	١	قطعة نحاس أصفر سمك ١ مم مقاس ١١ ×١١ سم	
٥	١	ماسورة قطر ١٠مم طول ٢.٥ سم	
٦	٢	قطعة نحاس أصفر قطر ٧ سم	
٧	١	بليه خراطة تشكل حسب الرسم وتقلوظ	
٨	١	قاعدة من اللدائن حسب الرسم	
٩	١	فضه لحام	
١٠	٥	قصدير لحام	
١١	٢	سلاح منشار أركت	
١٢	١	مسمار حديد طول ٥ سم	
١٣	٠.٥	جوماطة لكل ٣ تمارين	
١٤	٠.٢٥	صنفرة على قماش	

التمرين السابع
أباجورة مودرن من النحاس الأصفر



وصف التمرين :

التمرين عبارة عن أباجورة مودرن من النحاس الأصفر محلاه بتفريغ وحدات زخرفية

الغرض من التمرين :-

١ - التدريب علي تشكيل الأجسام المعدنيه بطريقه الأنفراد .

٢ - التدريب على التفريغ الدقيق .

٣ - التدريب على عمليه الجمع الآلى .

٤ - التدريب على عمليه الخرط على المخرطه الميكانيكيه .

٥ - التدريب على تكويع المواسير .

٦ - التدريب على اللحامات بأنواعها .

٧ - التدريب على عمليه التشطيب والتجميع .

الخامات المستخدمة :-

١ - نحاس أصفر ألواح سمك ١ مم .

٢ - جاويط نحاس أصفر قطر ١ ًبوصه .

٣ - مواسير نحاس أصفر قطر ١٠ مم .

٤ - نحاس أصفر مبروم قطر ٢٠ مم .

٥ – فضه لحام .

٦ - قصدير لحام .

العدد المستعملة :-

شوكه علام / قدم صلب / مقص صاج / مبارد مختلفه / منشار أركت بالسلاح / منشار حدادى / مخرطه الجمع / المخرطه الميكانيكيه / مثقاب التزجه / فرش التلميع

شرح طريقه التنفيذ :-

الجزء الأول :

يتم عمل إنفراد الإسطوانه بالطريقه الحسابيه المعروفة ثم يلصق الرسم الخاص بالتفريغ ويتم ثقب الأجزاء المراد تفريغها ويتم التفريغ بالمنشار الأركت ثم يتم لف الإسطوانه وتلحم بالفضه لحاماً جيداً وتستعدل على السندان الإسطوانى وتلمع جيداً وتلحم فى الجزء رقم ٢ بالقصدير .

الجزء الثانى :

قطعة يتم تنفيذها بالجمع على المخرطة من قرص نحاس أصفر قطر ١٤ سم بعد إعداد القالب المناسب وحسب الرسم ويتم التخمير الجيد أثناء الجمع حتى يتم الأنتهاء من عملية الجمع وتثقب ببنطه ١٠ مم فى المركز .

الجزء الثالث والسابع :-

عباره عن قطعة خراطة يتم تنفيذها من جاويط قطر ١ ً بوصة ويتم التنفيذ حسب الرسم ويتم الثقب فى الجانب ٩.٥ مم وتقلوظ ١٠ مم وتثقب إحداها من المركز ٩.٥ مم وتقلوظ ١٠ مم وتلمع جيداً بعد عمليه الخرط .

الجزء الرابع والثامن :-

ماسورة قطر ١٠ مم طول ٣٥ سم يتم تكويعها حسب الرسم وكما تم شرحه فى التمارين السابقة ثم يقلوظ طرفى الماسورة ويلحم بالجزء الأسفل دبلة سلك مبسط ٥ مم لتحديد أرتفاع الماسورة ويتم اللحام نهاية القلاووظ .

وطول الماسورة للجزء الثامن ١٥ سم ويتم عليها ماسبق فى الماسورة السابقة من تكويع وقلوظة ولحام الدبلة .

الجزء الخامس :-

عبارة عن قطعة مجموعة على المخرطة من نحاس أصفر سمك ١ مم قطر ٩ سم وتلحم بالجزء رقم ٦ بالفضه بعد ثقبها ١٠ مم لمرور التيش الخاص بربط الد ويل .

الجزء السادس :-

وهى عبارة عن ماسورة نحاس أصفر قطر ٢٠ مم طول ٣ سم تلمع جيداً وتلحم بالقطعة المجموعة بالفضه وتلحم من أسفل فى الجزء السابع بالقصدير .

الجزء التاسع والعاشر :-

سلك نحاس أصفر كيمك يلف على الماسورة ويلحم بها بالقصدير بعد عملها دبلة ملحومة بالفضه .

الجزء الحادى عشر :-

عبارة عن قطعه من النحاس الأصفر سمك ١ مم مستطيلة الشكل مقاس ١٧ × ١٢ سم قاعدة للأباجورة

<u>القاعدة من اللدائن :-</u>

مقاس ٢٠ × ١٤ سم وتستعمل كقاعد ة للأباجورة

<u>مقايسة التمرين</u>

م	الكمية	أسم الصنف	ملاحظات
١	١	نحاس أصفر ألواح سمك ١ مم مقاس ٣٢ × ٦ سم	
٢	١	نحاس أصفر ألواح سمك ١ مم مقاس ١٤ × ١٤ سم	
٣	١	نحاس أصفرألواح سمك ١ مم مقاس ١٧ ×١٢ سم ١٨ س	
٤	١	ماسورة نحاس أصفر قطر ١٠ مم مقاس ٣٥ سم	
٥	١	ماسوره نحاس أصفر قطر ١٠ مم مقاس ١٥ سم	
٦	١	ماسوره نحاس أصفر قطر ٢٠ مم طول ٣ سم	
٧	٢	قطعة خراطة من جاويط قطر ١ ً طول ٥ سم	
٨	٢	قطعة سلك كيمك ٥ مم طول ١٠ سم	
٩	٢	سلاح منشار أركت	
١٠	٢	فضه لحام عيار ٦٠	
١١	٢٠	قصدير لحام	
١٢	٠.٢٥	جوماطة للتلميع لكل ٣ تمارين	
١٣	٠.٢٥	صنفرة على قماش	
١٤	٢	قطعه تيش ١٠ مم طول ٧ سم	
١٥	٤	صامولة ١٠ مم نحاس	
١٦	١	قاعدة من اللدائن مقاس ٢٠ × ١٤ سم	

التمرين الثامن
أبليك حائط طراز عربى

وصف التمرين :

التمرين عباره عن أبليك حائط طراز عربى به زخارف مفرغة بالجريف لنفاذ الضوء

الغرض من التمرين :-

١ - التدريب علي تنفيذ الأجسام المعدنية على مخرطة الجمع .

٢ - التدريب على ثنى وتكويع المواسير .

٣ - التدريب على التفريغ الدقيق والثقب فى منتجات نافعة .

٤ - التدريب على تشكيل السلاسل الدقيقة .

٥ - التدريب على عمليات لف المخاريط .

٦ - التدريب على عمليات اللحام بالفضه والقصدير .

٧ - التدريب على عملية التلميع والتشطيب الجيد للتمارين .

الخامات المستخدمة :-

١ - نحاس أصفر ألواح سمك ١ مم .

٢ - مواسير نحاس أصفر قطر ١٠ مم .

٣- سلك نحاس أصفر قطر ٢ مم .

٤ - جاويط نحاس أصفر قطر ٢٠ مم .

٥ - قطعة من اللدائن .

٦ – تيش حديد قطر ١٠ مم طول ١٠ سم .

٧ - فضه لحام .

٨ - قصدير لحام .

العدد المستعملة :-

شوكه علام / قدم صلب / مقص يدوى / دقماق / زهرة إستعدال / ماكينه مخرطة الجمع / المخرطة الميكانيكية / ماكينه سحب الأسلاك /مثقاب التزجة / فرش التلميع / أدوات الحام بالقصدير والفضه / المبارد بأنواعها .

<u>شرح طريقه التنفيذ :-</u>

<u>الجزء الأول (الجريف) :-</u>

- **وينفذ من إنفراد مخروط ناقص مقاس الإنفراد ١٣ × ١٨ سم من النحاس الإصفر سمك ١ مم ويتبع فى ذلك الخطوات التالية**
- **يرسم الإنفراد هندسياً ويشنكر على المعدن بدقة ويقص وتسوى حوافه جيداً بالمبرد .**
- **يلصق الرسم المراد تفريغه على قطعة المعدن بالغراء الأبيض وتثقب الأجزاء المراد تفريغها ببنطه ٢ مم وتتم عملية التفريغ ثم ننزع الورق ويلمع جيداً من الجهتين تمهيداً للف المخروط ولحامه .**
- **يتم لف المخروط براحة اليدين مع الدق الخفيف بالدقماق وعلى سندان إسطوانى حتى تتطابق حافتى المخروط تماماً .**
- **يلحم المخروط بالفضه لحاماً جيداً خالى من العيوب ثم يوضع فى حامض الغلاية لإزالة أثار اللحام وتستكمل إزالة اثار اللحام بالمبارد والصنفرة .**
- **ثم يعاد إستعدال إستدارة المخروط على السندان المسلوب المناسب لشكل وحجم المخروط إستعدالاً جيداً ثم يجلس على المخرطة بقلم خشب وعلى قالب مناسب ثم يعاد تلميع المخروط جيداً .**

<u>الجزء الثانى :</u>

عبارة عن قطعة مجموعة على المخرطة من قرص نحاس أصفر سمك ١ مم قطر ١٢ سم وتثقب ببنطه ١٠ مم .

<u>الجزء الثالث والرابع والخامس :-</u>

عباره عن بليه مخروطة من جاويط نحاس أصفر قطر ٢٠ مم به قلاووظ ١٠ مم ويتم لحامها بالماسورة بالفضه كما هو مبين بالرسم .

<u>الجزء السادس :-</u>

عبارة عن قطعة مستطيلة من النحاس الأصفر سمك ١ مم مقاس ١٠ × ١٧ سم.

<u>الجزء السابع :-</u>

عباره عن سلسله من النحاس الأصفر سمك ٢ مم يتم لفه على السنبك المناسب للشكل بعد تخمير السلك ثم تقطع (اليای) السوسته إلى حلقات ويتم تدكيك الزرد أو الحلقات حتى تصبح سلسله وتلحم بالفضه وتوضع فى حامض الغلايه لإزالة أثار اللحام .

<u>الجزء الثامن :-</u>

عباره عن مخروط من النحاس الأصفر سمك ١ مم يلف ويلحم ويجلد بقرص نحاس بعد ثقبه ببنطه ٢ مم تمهيداً للحام السلسله به .

الجزء التاسع :-

قاعدة من اللدائن وهى مستطيلة مشطوفة من جميع الجهات تستعمل لتثبيت الأبليك على الحائط مقاس ١٢ × ١٩ سم .

الجزء العاشر :-

عبارة عن ماسورة نحاس أصفر قطر ١٠ مم يتم ملؤها بالرصاص المنصهر للبدء فى عمليه التكويع السابق شرحها بالتمارين السابقه ويتم لحام ثلاث قطع مخروطه عليها بالفضه بعد عملية تجليد طرفى الماسورة وثقب أماكن لحام البلى ببنطه ٧ مم لمرور السلك الكهربائى بها .

- بعد الأنتهاء من تنفيذ جميع أجزاء التمرين وتشطيبها يعاد تلميع الأجزاء على ماكينه فرشة التلميع ثم تجمع أجزاء التمرين وترش بالورنيش الشفاف للحفاظ عليه من العوامل الجويه

مقايسة التمرين

م	الكمية	أسم الصنف	ملاحظات
١	١	قطعة نحاس أصفر سمك ١ مم مقاس ١٣ × ١٨ سم	
٢	١	قطعة نحاس أصفر سمك ١ مم مقاس ١٢ × ١٢ سم	
٣	٣	قطعة مخروطة حسب الرسم بها قلاووظ ١٠ مم	
٤	١	قطعة نحاس أصفر سمك ١ مم مقاس ١٠ × ١٧ سم	
٥	١٠٠جرام	سلك نحاس أصفر ٢ مم	
٦	١	قطعة نحاس أصفر سمك ١ مم مقاس ٨ × ٨ سم	
٧	١	قطعة من اللدائن مقاس ١٢ × ١٩ سم	
٨	١	ماسورة نحاس أصفر قطر ١٠ مم مقاس ٣٥ سم	
٩	٢	فضه لحام عيار ٦٠	
١٠	١٥	قصدير لحام ٢ : ١	
١١	٢	منشار أركت	
١٢	٠.٢٥	صنفرة على قماش	
١٣	٠.٢٥	جوماطه للتلميع لكل ٣ تمارين	
١٤	١	تيش حديد ١٠ مم مقاس ١٠ سم	
١٥	٣	صامولة نحاس أصفر ١٠ مم	

التمرين التاسع
أباجورة مودرن من النحاس الأصفر

<u>وصف التمرين :</u>

عبارة عن أباجورة مودرن من النحاس الأصفر سمك ١مم وبها وحدات زخرفية يتم تنفيذها بواسطة الحفر بالأحماض والتفريغ الدقيق.

<u>الغرض من التمرين :</u>

١ - التدريب علي عملية الحفر بالأحماض .

٢ - التدريب على التفريغ الدقيق .

٣ - التدريب على عملية التشكيل ولف المخاريط .

٤ - التدريب على حنى المواسير .

٥ - التدريب على اللحامات بأنواعها الفضه / القصدير .

٦ - التدريب على عملية التلميع والتشطيب للتمارين .

٧ - التدريب على عملية الخراطة الميكانيكية .

<u>العدد المستخدمة :-</u>

شوكة علام - قدم صلب - مقص صاج - أدوات وعدد الحفر بالأحماض - أدوات وعدد اللحام بالفضه والقصدير- برواز منشار أركت - مخرطة الجمع - المخرطة الميكانيكية مثقاب التزجة - فرشة التلميع - أدوات وعدد القلوظة - بنط مختلفة المقاسات .

الخامات المستخدمة :-

نحاس أصفر سمك ١مم - مواسير قطر ١٠ مم - نحاس أصفر ٢مم - جاويط نحاس ٢٠ مم - فضه لحام - قصدير لحام - قاعدة من اللدائن .

<u>طريقه تنفيذ أجزاء التمرين :-</u>

الجزء الأول

عبارة عن إنفراد مخروط ناقص مشطوف ينفذ من نحاس أصفر سمك ١مم بطريقة الإنفراد وإتباع الخطوات التالية :

١ – يرسم الإنفراد هندسياً ثم يشنكر على المعدن بدقة ويقص وتسوى حوافه بالمبارد . وفى حالة الحفر بالأحماض يترك ١سم حول جميع خطوط الإنفراد لحين الأنتهاء من عملية الحفر ثم تقص الزيادات.

٢- يتم طبع التصميم على قطعة المعدن بواسطة مادة الحساس وذلك بعد إعداد سطح المعدن بإزالة الدهون وصنفرة قطعة النحاس جيداً وغسلها بالماء .

٣- بعد عملية الطبع تتم عملية الإظهار وذلك بوضع قطعة المعدن فى مادة الكوبيا المذابة في السبرتو والماء لإظهار التصميم.
٤- مرحلة الرتوش وعزل خلفية المعدن تمهيداً لعملية حرق المادة الحساسة وذلك لزيادة صلابة مادة الحساس أثناء عملية الحفر.
٥- مرحلة الحفر بعد عملية الطبع والإظهار بعمل الرتوش وعزل خلفية المعدن والأجزاء الغير مراد الحفر فيها يتم وضع قطعة المعدن في حمض الحفر (كلوريد الحديديك) وذلك في حوض من البلاستيك أو في ماكينة الحفر وذلك للتشغيل الكمي.
٦- مرحلة إزالة مواد العزل وذلك بوضع قطعة النحاس في محلول مغلي من الصودا الكاوية والماء لمدة كافية لإزالة المواد الغير مرغوب فيها ثم يتم غسلها في ماء جارى.
٧- بعد عملية الحفر يتم تلميع قطعة النحاس تلميعاً خفيفاً ونبدأ في عملية ثقب الأجزاء المراد تفريغها بالمنشار الأركت.

بعد عملية التفريغ نبدأ في لف المخروط بعد إزالة الزيادة الموجودة به تمهيداً لعملية اللحام بالفضة وذلك باستخدام راحة اليدين والسندان المناسب ثم تزال آثار اللحام بالمبارد والصنفرة ثم يجلس المخروط على السندان المخروطي ودقماق خشبي ثم يلمع المخروط تمهيداًَ للحامه بالجزء رقم (٢) .

<u>الجزء الثانى :</u>

عبارة عن قرص من النحاس الأصفر سمك ١ مم قطر ١١ سم ثم يتم بعد ذلك إعداد القالب المناسب حسب الرسم ثم يخمر قرص النحاس تخميراً جيداً وذلك لسهوله عملية الجمع على المخرطة وكلما لزم الأمر وبواسطه أقلام الجمع يتم جمع القرص حتى يتطابق مع القالب تماماً ثم تزال الزوائد بالرشكته ويتم صنفرة قطعة المعدن جيداً وتثقب ١٠ مم وتلمع وتلحم بالجزء الأول بالقصدير .

<u>الجزء الثالث :-</u>

عبارة عن ماسورة قطر ١٠ مم طول ٤٥ سم يتم ملؤها بالقصدير المنصهر بعد عمليه التخمير ثم تتم عمليه التكويع كما سبق شرحه فى التمارين السابقه وتتم عمليه الثقب فى الأماكن المحددة فى الرسم التوضيحى ثم يتم تجليد الماسورة بقطعة من النحاس وتلمع الماسورة تلميعاً جيداً .

<u>الجزء الرابع والخامس :-</u>

وهو عبارة عن قطعتى من جاويط يتم تشكيلها على المخرطة الميكانيكية ويتم لحمها فى الماسورة بالفضه .

الجزء السادس :-

عبارة عن قطعة من النحاس الأصفر سمك ٢ مم طول ٣٠ × ٢.٥ سم تحديد الأجزاء المراد ثنيها حسب الرسم وكما هو موضح بالإنفراد ثم نبدأ فى تلميع هذا الجزء جيداً على ماكينه فرشة التلميع .

الجزء السابع :-

عبارة عن قرص من النحاس الأصفر سمك ٢ مم قطر ٥ سم تلحم بالماسورة بالفضه وتستخدم فى تثبيت الأباجوره مع الجزء رقم ٦ على القاعدة من اللدائن .

الجزء الثامن :-

عبارة عن قطعة من اللدائن عرض ١٣ سم طول ٢٠ سم مشطوفه من جميع الجوانب .

بعد الأنتهاء من تنفيذ جميع أجزاء التمرين يتم تلميع كل جزء على حده ويتم التشطيب النهائى بالطلاء الكهربائى وفى هذه الحالة يجب إتباع الخطوات التاليه :-

١ - يجب التأكد من عدم وجود أى أثار للدهون وذلك بوضع أجزاء التمرين المراد طلاؤها فى أحواض بها مادة السيانيد ثم تشطف بالماء جيداً .

٢ - إستخدام أحواض من الخزف أثناء عمليه الطلاء لعدم فساد محاليل الطلاء ويستخدم الماء المقطر مع محاليل الطلاء .

٣ - التأكد من بطانة أسلاك التعليق والخطافات وإزالة الأكاسيد بإستمرار .

٤ - عند تعليق المشغولة يستحسن أن تستعمل أسلاك النحاس لتجنب حدوث حراره أو مقاومه للكهرباء .

٥ - يجب التأكد من صلاحية المحاليل بإستمرار وذلك بإختبار المحاليل دائماً .

٦ - يجب التأكد من تغطية المشغولة بالكامل لضمان تساوى الطلاء على كل أسطح المشغولة تستخدم محاليل الطلاء حسب نوع الطلاء المراد إما النيكل أو الفضه ويتم تخصيم ذلك من المحاليل الموجودة بالأحواض والأنود الموجودة .

- بعد الأنتهاء من عملية الطلاء يتم شطف أجزاء التمرين المراد طلاؤها جيداً بالماء وتجفف فى نشارة الخشب الناعمة جداً .

- ثم يتم تجميع أجزاء التمرين ورشه بالورنيش للحفاظ على الطلاء والتلميع ثم يتم عمل الوصلات الكهربية والتثبيت على القاعدة تمهيداً لعرضه .

مقايسة التمرين

م	الكمية	أسم الصنف	ملاحظات
١	١	نحاس أصفر ألواح سمك ١ مم مقاس ١١ × ١١ سم	
٢	١	نحاس أصفرألواح سمك ١ مم مقاس ٣٥ × ١٣ سم	
٣	١	نحاس أصفرألواح سمك ٢ مم مقاس ٣٠ ×٢.٥ سم	
٤	٢	بلية خراطة نحاس أصفر حسب الرسم	
٥	٢	ماسورة نحاس أصفر قطر ١٠ مم مقاس ٤٥ سم	
٦	٣	سلاح منشار أركت	
٧	٢	قاعدة من اللدائن مقاس ١٣ × ٢٠ سم	
٨	٢	فضه لحام عيار ٦٠	
٩	٥	قصدير لحام ٢ : ١	
١٠	٤	مسمار نحاس مخ طاسة	
١١	٠.٢٥	جوماطه للتلميع لكل ٢ تمرين	
١٢	٠.٢٥	صنفرة على قماش	

التمرين العاشر
أبليك حائط من النحاس الأصفر

<u>وصف التمرين :</u>

التمرين عبارة عن أبليك حائط من النحاس الأصفر سمك ١ مم محلى بزخارف عربية مفرغة .

<u>الغرض من التمرين :-</u>

١ - التدريب علي عمليات التفريغ الدقيق .

٢ - التدريب على تشكيل الأجسام المعدنية بطريقة الإنفراد .

٣ - التـــدريب علـــى تشـــكيل الأجســـام المعدنيـــة بطريقـــة الجمـــع الآلـــى .

٤ - التدريب على تشكيل القطع المخروطه على المخرطة الميكانيكية .

٥ - التدريب على اللحامات بأنواعها فضه - قصدير .

الخامات المستخدمة :-

١ - نحاس أصفر ألواح سمك ١ مم .

٢ - مواسير نحاس أصفر قطر ١٠ مم .

٣- جاويط مربع ٢ × ٢ سم .

٤ – جاويط مبروم ٢٠ مم .

٥ - نبل قلاووظ ١٠ مم .

٦ - فضه لحام .

٧ - قصدير لحام .

٨ - قاعدة من اللدائن .

العدد المستعملة :-

مخرطـة الجمـع / المخرطـة الميكانيكيـة/ مثقـاب التزجـة / فرشـة التلميـع / عـدد وأدوات اللحـام بالفضـه والقصـدير/ سـندان مسـلوب (مخروطـى) / منشـار أركـت / عـدد وأدوات القلوظـة / بـنط مختلفة المقاسات / فرشة التلميع / شوكه علام / زهرة الإستعدال / دقماق خشب / مقص يدوى .

شرح طريقه التنفيذ :-

الجزء الأول :-

- عبارة عن مخروط ناقص يتم تنفيذه بطريقة الإنفراد هندسياً .
- يرسم الإنفراد هندسياً ويشنكر على المعدن بإستعمال شوكة العلام والقدم الصلب ثم يقص الإنفراد ويتم لصق التصميم المراد تفريغه على قطعه المعدن وبالبنطه المناسبه يتم ثقب الأجزاء المراد تفريغها حتى الأنتهاء من عملية التفريغ ثم نبدأ فى عملية لف المخروط براحة اليدين والسندان المخروطى حتى تقابل حافتى الأنفراد وبإستعمال الدقماق الخشب يتم إلتقاء جانبيه تماماً تمهيداً لعملية اللحام بالفضه
- يلحم طرفى الإنفراد عند نقطة الإلتقاء بالفضه ثم تزال أثار اللحام بوضع الإنفراد فى حمض الغلاية والمبارد والصنفرة .
- يعاد إستعدال المخروط على السندان ثم يجلد من أعلى بالقطعة رقم ٢ ويتم اللحام بالقصدير ثم يلمع الإنفراد تلميعاً جيداً .
- ثم يعاد إستعدال إستدارة المخروط على السندان المسلوب المناسب لشكل وحجم المخروط إستعدالاً جيداً ثم يجلس على المخرطة بقلم خشب وعلى قالب مناسب ثم يعاد تلميع المخروط جيداً .

الجزء الثانى :

عبارة عن قرص من النحاس الأصفر سمك ١ مم قطر ١٠ سم يتم تنفيذة بالجمع على مخرطة الجمع الآلى وبإستخدام القالب المناسب والمشكل حسب الرسم .

الجزء الثالث والرابع :-

يتم تنفيذ هذه الأجزاء من جاويط مناسب ويتم تشكيل هذه الأجزاء على المخرطة الميكانيكية ويتم ثقب كل جزء على حده .

فالجزء الرابع يتم ثقبه ببنطه ٩ مم من الجانب ومن أعلى ويتم قلوظته ١٠ مم لربط المواسير به ومرور السلك الكهربى منه

اما الجزء الثالث :- يثقب ويقلوظ ويربط بمسمار حديد بالجزء رقم ٢ .

الجزء الخامس والسادس :-

عبارة عن ماسورة ١٠ مم طول كل منها ٧ سم ، ٥ سم يتم قلوظة إحدى طرفيها ١٠ مم ويلحم بالطرف الأخر نبل قلاووظ ١٠ مم ويتم اللحام بالفضه بعد عملية تبيض قاعدة النبل بالفضه وتسخين طرف الماسورة بعد ربطها على المنجلة ثم يوضع النبل ويتم التسخين حتى تتم عملية اللحام .

الجزء السابع :-

عبارة عن قطعة نحاس أصفر سمك ١ مم عاكس للضوء مقاس ٨ × ١٣ سم تقص وتلمع جيداً وتثقب كما هو مبين بالرسم ببنطه ١٠ مم .

الجزء الثامن :-

عبارة عن قاعدة من اللدائن مقاس ١٤ × ٩ سم مشطوفة من الجوانب

الجزء التاسع :-

عبارة عن نبل قلاووظ ١٠ مم طول ٢ سم .

طريقه تجميع الأبليك :-

يتم لحام قطعة مستطيلة شريط ٢ × ١٢ سم أسفل المخروط بالقصدير وتثقب ببنطه ١٠ مم ويربط مع الماسورة .

بمرور النبل القلاووظ من خلال الثقب يربط بالصامولة وتثبت على النبل الدواية ويمرر السلك الكهربى من خلال المواسير وحتى قاعدة الأبليك .

- بعد عملية تنفيذ أجزاء التمرين يتم تلميع أجزاء التمرين جيداً على فرشة التلميع وبإستخدام قالب الجوماطه ويشطب التمرين بالورنيش للحفاظ على عملية التلميع .

مقايسة التمرين

م	الكمية	أسم الصنف	ملاحظات
١	١	قطعة نحاس أصفر سمك ١ مم مقاس ٣١ × ١٤ سم	
٢	١	قرص نحاس أصفر قطر ١٠ مم	
٣	٢	قطعة مخروطة على المخرطة الميكانيكية حسب الرسم	
٤	٢	قطعة ماسورة نحاس أصفر ١٠ مم مقاس ٧ ، ٥ سم	
٥	١	قطعة نحاس أصفر سمك ١ مم مقاس ٨ × ١٣ سم	
٦	١	شريط نحاس أصفر ١ مم مقاس ٢ × ١٢ سم	
٧	١	مسمار حديد	
٨	٢	نبل قلاووظ ١٠ مم طول ٢ سم بالصامولة	
٩	١	قطعة من اللدائن حسب الرسم	
١٠	٢	جرام فضه لحام عيار ٦٠	
١١	٥	جرام قصدير لحام ٢ : ١	
١٢	٣	منشار اركت	
١٣	٠.٢٥	جوماطه للتلميع لكل ٢ تمرين	
١٤	٠.٢٥	صنفرة على قماش	

التمرين الحادي عشر
صياغة

<u>**وصف التمرين :**</u>

عباره عن مجموعة من الخواتم المنفذة بطريقه سباكه الصياغة عن طريق الشجرة .

وتستخدم هذه الطريقة فى السباكة الدقيقة ويتبع فى ذلك الخطوات التالية : -

١- إعداد وتحضير النماذج المراد عمل الشجرة منها من الشمع .

٢ - يتم لحام النماذج الشمعية بعد عمل مصب لها (مصب فرعى) ويتم لحام النماذج من طرف المصب بجسم الشجرة بواسطة أداة لحام يتم تسخين طرفها لتساعد النموذج للألتصاق بالشجرة.

٣ - نضع المصب الرئيسى (عمود الشجرة الشمعية) فى القاعدة المطاطية للإسطوانة .

٤ - يتم تثبيت النماذج على شكل حلزونى مع جسم الشجرة وذلك لسهولة وصول المعدن إلى جميع النماذج أثناء الصب .

٥ - بعد الأنتهاء من عملية تثبيت النماذج مع جسم الشجرة العمود أو المصب الرئيسى نبدأ فى تكسية وتغطية الشجرة بالنماذج الشمعية بمادة (طينة حرارية) ويشكل ذلك القالب الخارجى ثم يتم تحميص القالب لصهر الشجرة والنماذج للحصول على فراغ داخلى والذى يعد لإستقبال المعدن المنصهر وبذلك نحصل على نماذج معدنية مطابقة لنماذج الشمع (الشجرة) .

<u>الخطوات المتبعة لعمل القالب الحرارى :-</u>

١ - تثبيت الشجرة على الطبق المطاط .

٢ - توضع الإسطوانة الصلبة حول الشجرة وذلك لصب المادة الحراريه المكونة من (خليط جبس حرارى ١٠٠ جرام لكل ٤٠ سم٣ ماء) .

٣ - بعد جفاف القالب يتم تحميصه لصهر الشمع منه والحصول على قالب به فراغات للنماذج المراد الحصول عليها .

٤ - يتم صهر المعدن وصبه داخل القالب بعد تحميصه جيداً لإخراج الهواء منه .

٥ - بعد الأنتهاء من هذه العملية يتم تكسير القالب بحرص للحصول على النماذج بعد قطع المصبات

٦ - نبدأ بعد ذلك فى عملية التنظيف بواسطة ماكينة الفريزة ذات الخرطوم وبعد ذلك يصقل ويلميع وبهذا نكون قد حصلنا على النماذج المطلوبة

التمرين الثاني عشر
ميداليات وأوسمه

<u>وصف التمرين :</u>

مجموعه من الميداليات والأوسمه المنفذة بإسلوب المينا .

ويستفيد من تنفيذ هذه المشغولات زيادة المهارة فى كيفية عمل الزرد وذلك بإستخدام السنبك للشكل بحيث يكون قطره الخارجى مساوى للقطر الداخلى للزرده ويلف عليه ورق خفيف اثناء عملية لف السلك على السنبك وبعد الأنتهاء من عملية لف السلك يحرق الورق مما يسهل عمليه إخراج الزرد من السنبك .

- **قص الحلقات بواسطه المنشار الأركت للحصول على الزرد وبواسطه الزراديه يتم تقريب طرفى الزرد حتى يمكن لحامها بعد إدخالها مع بعض لتكوين السلاسل المطلوبة .**
- **البلوكه**

ويتم تنفيذ التصميم المراد بطريقة الحفر بواسطة ماكينة البانتوجراف وبعد الأنتهاء من عملية حفر التصميم نبدأ فى إعداد البلوكه لوضع المينا وذلك بتنظيفها جيداً بوضع قطعة المعدن فى كربونات البوتاسا المذابة فى الماء ثم تغسل المشغولة فى الماء جيداً .

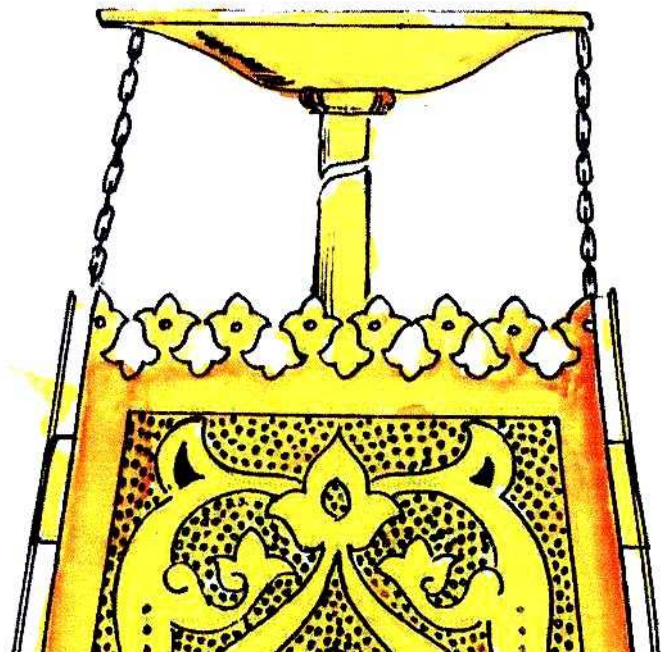
- نبدأ فى تطبيق المينا على المعدن وحسب لون المينا المراد تطبيقها على التصميم المطلوب .
- نبدأ فى حرق المينا بوضع البلوكه فى فرن المينا وعادة ماتتم هذه العملية عده مرات

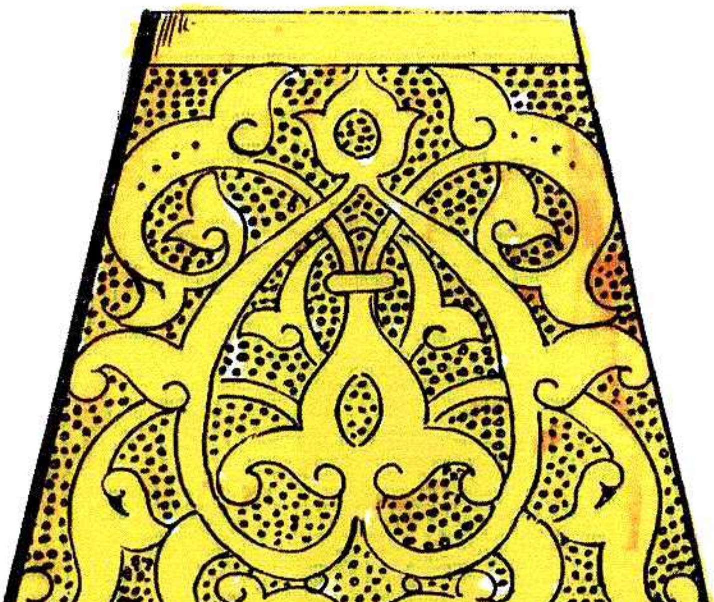
وعلى هذا كان من الضرورى القيام بعمل تجارب على الألوان بأنواعها المختلفه شفافه كانت أم معتمة على أسطح معادن مختلفه وفى درجات حرارة متباينة وذلك للوقوف على خواص كل لون وعلاقتة بالمعدن وتأثير عدد مرات الحريق وذلك للوقوف على مقدار تحديد اللون وأنكماشه .

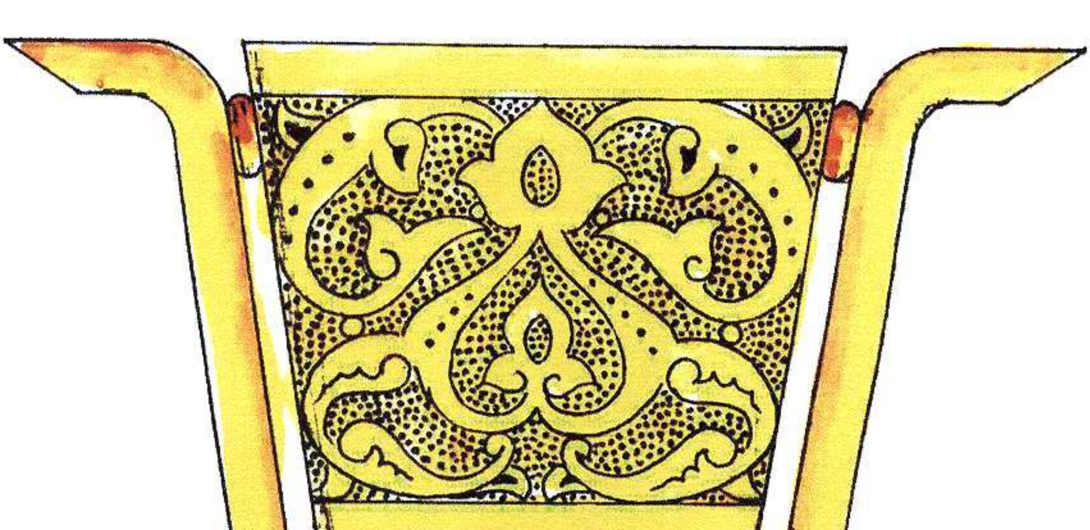
معلومات هامة أثناء عملية التطبيق :-

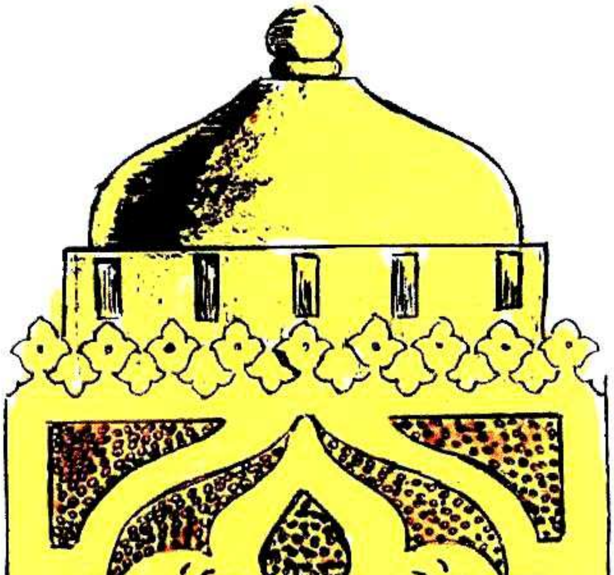
- يجب ألا يقل سمك البلوكه عن ١ مم الى ١.٥ مم ولا يزيد الحفر عن ٠.٥ مم وعادة ما تستخدم الألوان المعتمة فى هذه الحالة .
- يجب سحق المينا سحقاً ناعماً لتدخل فى جميع المناطق بسهولة وإذا إستعملت مجموعة من الألوان فى قطعة واحدة يجب أن تكون درجة الحرارة واحدة
- وبعد الأنتهاء من تطبيق المينا تلمع المشغولة ويتم تركيب البلوكه فى السلسله والقفل للحصول على الميداليه المطلوبة .

تمارين متنوعة كنماذج للتنفيذ









المصطلحات

English	عربى
Deep dreawing	**السحب العميق**
Engraving	**الحفر**
Paint Graph	**البانتوجراف**
Spinning	**التشكيل بالتدويم**
Rolling	**الدرفلة**
Wire dreawing	**سحب الأسلاك**
Extrusion	**البثق**

Casting process	عملية السباكة
Sand moulds	القوالب الرملية
pattetn making	صناعة النماذج
Taper allowance	سماح الميل
Moulding rubber	مطاط القوالب
Claws setting	الترصيع بالمخالب
Setting on open bases	البيزو والكراسى والشوك
Empty setting	الترصيع بالأطر المفرغة
Gem stones	الأحجار الكريمة
Dispersion	التشتت الضوئى
Semi gem stones	الأحجار الشبه كريمة
Lnvestigation	الفحص
Split	الشق : (الإنفلاق)
Spreading	النشر
Polishing	الصقل
Laser	الليزر
Cutying process with lasers	القطع بالليزر
Key holing	عملية ثقب المفتاح
Lost waxmethod	السباكة بالشمع المفقود
Closed system	الترصيع بالنظام المغلق
Stone stting	الترصيع بالأحجار
Open systems	النظام المفتوح
Bezels setting	الترصيع بالشنابر
Back prongs	الترصيع بالشوك العكسية
Box setting	الترصيع الصندوقى
Bevel setting	الترصيع داخل حواف مائلة

الباجيت	Pget

المراجع	المؤلف
١- تكنولوجيا الإنتاج والتصنيع (المجلد الأول)	أ.د / محمد صلاح الدين عباس د / إبراهيم موسى إبراهيم أ. د / أحمد سالم الصباغ
٢- مقدمة فى هندسة الإنتاج	أ .د / منير محمد فريد قورة أ . د / مصطفى عبد المنعم أ . د / أيمن الخربوطلى

	أ . د / منصور محمد منصور أ . د / ناهد حسين
٣- الخواص الكمية والكيفية للأحجار الكريمة وشبه الكريمة	د. سامى محروس أحمد عبد الواحد
٤- أساليب السباكة الدقيقة	د. سامح محافظ مهدى عبد المنعم
٥- الإستفادة من العناصر الطبيعية النباتية فى تصميم المنتجات المعدنية	د. محمود عبد النبى محمد
٦- تكنولوجيا المعادن	دار (مير) للطباعة والنشر
٧-	